

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-76605
(P2001-76605A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 H 59/00		H 0 1 H 59/00	5 G 0 2 3
B 8 1 B 3/00		B 8 1 B 3/00	
H 0 1 H 3/28		H 0 1 H 3/28	B
11/00		11/00	V
23/02		23/02	D
審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全 26 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-3631 (P2000-3631)
(22) 出願日 平成12年1月12日 (2000.1.12)
(31) 優先権主張番号 特願平11-187314
(32) 優先日 平成11年7月1日 (1999.7.1)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 390005175
株式会社アドバンテスト
東京都練馬区旭町1丁目32番1号
(72) 発明者 宮▲崎▼ 勝
東京都練馬区旭町1丁目32番1号 株式会
社アドバンテスト内
(72) 発明者 宮川 嘉英
東京都練馬区旭町1丁目32番1号 株式会
社アドバンテスト内
(74) 代理人 100066153
弁理士 草野 卓 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 集積型マイクロスイッチおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 耐久性の高い集積型マイクロスイッチを提供する。

【解決手段】 可動板をシーソー運動可能な状態に支持し、この可動板を静電気力または磁気力によってシーソー運動させ、可動板の両方の遊端に装着した可動接点によって固定接点間を電氣的に断続制御する構造とした集積型マイクロスイッチ。

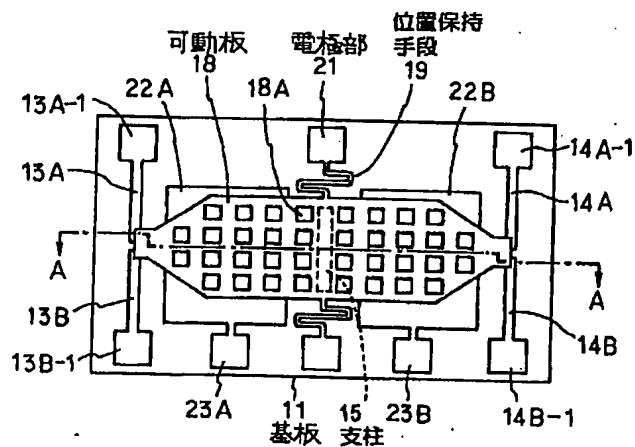


図1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 A、基板の一方の面に突出して形成された支柱と、

B、この支柱によってシーソー運動可能な状態に支持された可動板と、

C、この可動板の回動支点の両側辺と基板との間を回動自在に連結する位置保持手段と、

D、上記可動板の一方の回動端側と上記基板との間および上記基板の他方の回動端側と上記基板との間の何れか一方に力を発生させ、上記可動板をシーソー運動させる駆動手段と、

E、上記可動板の遊端に装着した可動接点と、

F、上記可動接点によって電氣的に接離される固定接点と、によって構成された集積型マイクロスイッチ。

【請求項2】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、上記駆動手段を、上記基板の板面上において上記支柱を境とする対称位置に配置した下部電極と、導電性をもち所定の電位が与えられる可動板とによって構成したことを特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項3】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、上記駆動手段を、上記基板の板面上において上記支柱を境とする対称位置に配置した下部電極と、上記可動板に形成され上記電極と対向して配置された上部電極とによって構成したことを特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項4】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、上記駆動手段を、上記基板の板面上において上記支柱を境とする対称位置のそれぞれに配置した複数の下部電極と、可動板とによって構成したことを特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項5】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、上記駆動手段を、上記可動板の板面上において上記可動板の回動支点位置を境として対称位置に形成した偏平な平面コイルと、この平面コイルが発生する磁界と平行する方向の磁界を与える永久磁石とによって構成したことを特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項6】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、上記駆動手段を、磁性材で形成した可動板と、この可動板の一方と他方の回動端側の双方に対向して上記基板に埋設され、線材を筒状に巻回して構成したコイルとによって構成したことを特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項7】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、上記駆動手段を、磁性材で形成した可動板と、この可動板の一方と他方の回動端側の双方に対向して上記可動板の上面に架設された補助板に保持され、線材を筒状に巻回して構成した励磁コイルとによって構成したことを特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項8】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、上記駆動手段を、上記可動板の回動支点位置

を境に対称位置に装着した一対の磁性体で形成した磁気吸着片と、この一対の磁気吸着片と対向して配置した線材を筒状に巻回して構成した一対の励磁コイルとによって構成したことを特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項9】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、上記駆動手段を、上記可動板の回動支点位置を境に対称位置に装着され上記可動板の厚み方向に磁極が着磁された一対の磁気吸着片と、この一対の磁気吸着片と対向して上記基板に埋設された線材を筒状に巻回して構成した一対の励磁コイルとによって構成したことを特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項10】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、上記位置保持手段を、上記可動板の回動支点位置の両側辺から外向きに上記基板の板面に突出して形成した台との間を連結する弾性変形可能なヒンジによって構成したことを特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項11】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、上記位置保持手段を、上記可動板の回動支点位置の両側辺から外向きに突出して形成した支持軸と、この支持軸を貫通させて係合し、上記基板の板面から突出して形成した台の上に形成した軸受とによって構成したことを特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項12】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、上記可動接点は上記可動板の回動遊端の下面側に被着形成し、上記固定接点は上記基板上の上記可動接点と対向する位置に形成した構造としたことを特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項13】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、上記可動接点に弾性変形可能なバネ性を付与し、バネ性によって上記可動接点と、固定接点との間の相互間にセルフクリーニング作用を施すことを特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項14】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、上記可動接点を上記可動板の回動遊端の上面側に形成し、上記固定接点を上記基板の板面から離れた位置に架設した梁に装着した構造を特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項15】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、上記固定接点に所定のインピーダンスに整合された信号伝送線路を構成する導電体によって構成した構造を特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項16】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、上記固定接点をマイクロストリップラインによって構成した構造を特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項17】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、上記固定接点をコブレナ型マイクロストリップラインによって構成した構造を特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項18】 A. 基板の一方の面に形成した固定接点と、

B. この固定接点と対向して回動遊端が配置され、他端側が基板に対して固定され導電体によって形成された片持梁と、

C. この片持梁の上記回動遊端と対向して配置され、線材を筒状に巻回して構成した励磁コイルと、によって構成したことを特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項19】 A. 導電性を有する磁性材によって形成され、基板の一方の面に片持梁の構造で支持された可動板と、

B. この可動板の回動遊端と対向し、可動板の回動遊端からわずかに離れた位置に固定接点を支持する非磁性体によって形成した固定接点支持用の片持梁と、

C. 上記可動板の回動遊端と対向して配置され、線材を筒状に巻回して構成した励磁コイルと、によって構成したことを特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項20】 多角形の可動板の中心部を支柱によって支持すると共に、この可動板と対向して基板の下部に下部電極を配置し、可動板の各隅に可動接点を形成し、可動板の各隅の各上面側に上部電極を形成し、この上部電極と上記下部電極間に電圧を印加して、上記可動板の隅の部分の部分を基板に向かって変位させ、各隅に形成した可動接点を基板に形成した固定接点に接触させて固定接点を接離させる構造としたことを特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項21】 請求項1記載の集積型マイクロスイッチにおいて、共通の基板に複数の集積型マイクロスイッチを形成した構造を特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項22】 請求項1, 18, 19, 20記載の集積型マイクロスイッチの何れかにおいて、上記集積型マイクロスイッチを密封容器に封入し、密封容器内に不活性ガスを充填して構成したことを特徴とする集積型マイクロスイッチ。

【請求項23】 A. 基板の一方の面に一對の下部電極と、固定接点とを形成する工程と、

B. この一對の下部電極の互いに対向する間隙内に支柱を形成する工程と、

C. 上記支柱の高さにほぼ等しい厚みを持ち、エッチング液によって除去することができる材質で形成した犠牲層と、

D. この犠牲層の表面に可動板の遊端に装着すべき可動接点を形成する工程と、

E. 可動接点と可動板との間を絶縁するための絶縁層を形成する工程と、

F. この絶縁層の上面に導電性材料で構成される可動板とヒンジおよびエッチング用孔を形成する工程と、

G. 上記可動板に形成したエッチング用孔を通して上記可動板と犠牲層との間で上記支柱と可動板との間に形成

した絶縁層を除去する工程と、

H. 上記犠牲層を除去するエッチング工程と、によって製造することを特徴とする集積型マイクロスイッチの製造方法。

【請求項24】 A. 基板の一方の面に一對の下部電極を形成すべき部分と、支柱を形成すべき部分と、軸受となる台を形成すべき部分と、固定電極を形成すべき部分に金属層を形成する工程と、

B. 上記支柱を形成すべき部分と台を形成すべき部分に所定の厚みを持つメッキ層を形成し、支柱と台を形成する工程と、

C. 上記支柱および台と同等の厚みを持ち、上記支柱と台の表面を露出させて形成した第1犠牲層と、

D. この第1犠牲層の表面に上記固定電極の位置にほぼ対向して可動接点を被着形成する工程と、

E. この可動接点の表面を露出させた状態で上記第1犠牲層の表面を平坦面に形成する第2犠牲層を形成する工程と、

F. この第2犠牲層および可動接点が形成する面上に導電層を形成する工程と、

G. この導電層および上記第2犠牲層のそれぞれに対し、上記台の位置において軸受を形成するための一對の孔を形成する工程と、

H. 上記導電層を可動板とこの可動板から突出させて形成する支持軸の形状に残して他を除去する工程と、

I. 上記導電層が除去された部分に可動板の厚みにほぼ等しい厚みを持つレジスト層を被着形成する工程と、

J. 上記レジスト層で囲まれた領域に露出した上記導電層の表面および上記孔を通じて露出した上記台の表面に所定の厚みを持つメッキ層を形成し、可動板と支持軸および軸受の柱部分とを形成する工程と、

K. 上記レジスト層と可動板、支持軸および軸受の柱部分の表面で形成された平面上に第3犠牲層を形成する工程と、

L. この第3犠牲層に形成され上記軸受の柱部分の表面を露出させる孔を形成する工程と、

M. この孔の内部と上記第3犠牲層の表面に導電層を形成する工程と、

N. この導電層の上面に所定の厚みを持つ第4犠牲層を形成する工程と、

O. この第4犠牲層に上記軸受の柱部分を連結する長孔を形成する工程と、

P. この長孔の内部に露出して導電層の表面に所望の厚みを持つメッキ層を形成し、軸受を完成する工程と、

Q. 上記軸受の完成後に、第4犠牲層を除去する工程、およびこの第4犠牲層が除去されて露出された上記導電層を除去する工程、導電層を除去することにより、可動板および支持軸、軸受の柱部分を取り囲んで形成したレジスト層を除去する工程、可動板と基板との間に形成した第2犠牲層および第1犠牲層を除去する工程と、を含

むことを特徴とする集積型マイクロスイッチの製造方法。

【請求項 25】 A. 基板の一方の面に一対の下部電極を形成する工程と、
 B. この一対の下部電極の互いに対向する間隙内に支柱を形成する工程と、
 C. 上記支柱を挟んで互いに対称位置に上記支柱の高さにほぼ等しい厚みを有する絶縁層を形成する工程と、
 D. この絶縁層の上面に一対の固定接点を形成する工程と、
 E. 上記絶縁層の相互間に上記支柱の高さにほぼ等しい厚みを有する第 1 犠牲層を形成する工程と、
 F. この第 1 犠牲層の上面にエッチング可能な樹脂層を形成する工程と、
 G. この樹脂層の上面に可動板およびこの可動板の上記支柱と対向する両側位置から外向きに延長されるヒンジとを形成する工程と、
 H. 上記第 1 犠牲層と可動板との間に形成した樹脂層を除去し、上記支柱と可動板の間に空隙を形成する工程と、
 I. 上記固定接点を形成した絶縁層の上面に、上記可動板の厚みにほぼ等しい第 2 犠牲層を形成する工程と、
 J. 上記可動板の上面に、上記支柱から互いに等しい対称位置に一対の上部電極を形成する工程と、この上部電極に電圧信号を供給する配線を上記ヒンジの上面に形成する工程および上記可動板の端部と、上記第 2 犠牲層に跨がって可動接点を形成する工程と、
 K. 上記第 1 犠牲層および第 2 犠牲層を除去する工程と、から成ることを特徴とする集積型マイクロスイッチの製造方法。

【請求項 26】 A. 基板の一方の面に支柱を形成する工程と、
 B. この支柱を挟んで対称位置に配置した一対の固定接点を形成する工程と、
 C. 上記支柱の高さにほぼ等しい厚みを具備した犠牲層を形成する工程と、
 D. この犠牲層の上にエッチング可能な材料で除去層を形成する工程と、
 E. この除去層の上に重ねて可動板およびヒンジを形成する工程と、
 F. 上記固定接点を形成した位置に可動板にほぼ等しい厚みを具備した第 2 犠牲層を形成する工程と、
 G. 上記可動板の上面の上記支柱を挟んで対称位置に平面コイルを形成する工程およびこの一対の平面コイルのそれぞれに電流を供給する配線を形成する工程および上記可動板の両方の遊端と上記第 2 犠牲層に跨がって可動接点を形成する工程と、
 H. 上記除去層を除去し、上記支柱と可動板とを分離する工程と、
 I. 上記第 1 犠牲層および第 2 犠牲層を除去する工程

と、より成ることを特徴とする集積型マイクロスイッチの製造方法。

【請求項 27】 A. 基板の一方の面に孔を形成する工程と、

B. この孔に線材を筒状に巻回して構成され、線材の両方の端部に電極が装着され、この電極を筒状に巻回したコイルの一方の端面に配置した励磁コイルを上記電極が後記可動板の長手方向と直交する向きに配列させて装填する工程と、

10 C. この励磁コイルの上面および上記基板の上面に樹脂材を塗布して樹脂層を形成し、この樹脂層を固化させて上記励磁コイルを上記孔の内部に固定する工程と、
 D. 上記樹脂層の表面および上記励磁コイルに装着した電極を切削加工し、樹脂層の表面を鏡面仕上げする工程と、

E. 鏡面仕上げされた樹脂層の表面に上記励磁コイルの電極に接触する配線と、この配線に電流を印加するための電極、固定接点、後記可動板をシーソー運動させるための支柱を形成すべき部分と、軸受となる台を突出形成すべき部分に金属層を形成する工程と、

20 F. 上記支柱を形成すべき部分と台を形成すべき部分に所定の厚みを持つメッキ層を形成し、支柱と台を形成する工程と、

G. 上記支柱および台と同等の厚みを持ち、上記支柱と台の表面を露出させて形成した第 1 犠牲層と、

H. この第 1 犠牲層の表面に上記固定電極の位置にほぼ対向して可動接点を被着形成する工程と、

I. この可動接点の表面を露出させた状態で上記第 1 犠牲層の表面を平坦面に形成する第 2 犠牲層を形成する工程と、

30 J. この第 2 犠牲層および可動接点が形成する面上に導電層を形成する工程と、

K. この導電層および上記第 2 犠牲層のそれぞれに対し、上記台の位置において軸受を形成するための一対の孔を形成する工程と、

L. 上記導電層を可動板とこの可動板から突出させて形成する支持軸の形状に残して他を除去する工程と、

M. 上記導電層が除去された部分に可動板の厚みにほぼ等しい厚みを持つレジスト層を被着形成する工程と、

40 N. 上記レジスト層で囲まれた領域に露出した上記導電層の表面および上記孔を通じて露出した上記台の表面に所定の厚みを持つメッキ層を形成し、可動板と支持軸および軸受の柱部分とを形成する工程と、

O. 上記レジスト層と可動板、支持軸および軸受の柱部分の表面で形成された平面上に第 3 犠牲層を形成する工程と、

P. この第 3 犠牲層に形成され上記軸受の柱部分の表面を露出させる孔を形成する工程と、

50 Q. この孔の内部と上記第 3 犠牲層の表面に導電層を形成する工程と、

R. この導電層の上面に所定の厚みを持つ第4犠牲層を形成する工程と、

S. この第4犠牲層に上記軸受の柱部分を連結する長孔を形成する工程と、

T. この長孔の内部に露出して導電層の表面に所望の厚みを持つメッキ層を形成し、軸受を完成する工程と、

U. 上記軸受の完成後に、第4犠牲層を除去する工程、およびこの第4犠牲層が除去されて露出された上記導電層を除去する工程、導電層を除去することにより、可動板および支持軸、軸受の柱部分を取り囲んで形成したレジスト層を除去する工程、可動板と基板との間に形成した第2犠牲層および第1犠牲層を除去する工程と、を含むことを特徴とする集積型マイクロスイッチの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は例えば半導体集積回路の製造技術によって作ることができる集積型マイクロスイッチに関し、特に静電気による吸引力或いは電磁力によって可動板を回動操作し、この可動板の回動遊端に装着した可動接点を基板に形成した固定接点に接離させる構造の集積型マイクロスイッチとその製造方法を提案するものである。

【0002】

【従来の技術】測定器或いは各種のテストシステムの高機能化に伴って直流から超高周波まで使える高性能な小型スイッチが大量に使われるようになって来た。また、マイクロ波或いはミリ波までの信号を扱った集積回路

(以下MMICと称す)の回路部品にも高性能の小型スイッチの組み込みが要求されている。この要求のために従来はシリコン或いはガリウム・ヒ素半導体のFET或いはダイオードを用いた固体スイッチ素子が多用されている。固体スイッチ素子は機械的な駆動部分がないので信頼度が高く、またホトリソグラフィ技術を用いるので、小型で均一な特性のものを大量に形成できる特徴を有している。

【0003】しかしながら、その反面スイッチがオンの状態におけるオン抵抗を十分に小さくすることができないため、挿入損失が大きい欠点がある。またスイッチがオフの状態における静電容量を十分に小さくすることができないため、分離特性が悪い欠点もある。この点機械式接点構造のスイッチは損入損失が小さく、また分離度も高い特徴を有する。このため、半導体集積回路の製造技術を応用した集積型マイクロスイッチの製造方法が各種試みられている。

【0004】図49、図50に従来提案されている集積型マイクロスイッチの構造を示す。従来考えられている集積型マイクロスイッチは、例えばシリコンのような半導体基板1に凹部2を形成し、この凹部2の底面に下部電極3を形成すると共に、凹部2の開口面に片持梁4を

架設し、片持梁4の上面に上部電極5を形成し、これら下部電極3と上部電極5の間に正と負の異極電圧を印加することにより、下部電極3と上部電極5との間に静電的な吸引力を発生させ、この吸引力により片持梁4の遊端を凹部2の底面に向かって移動させ、この移動によって遊端に装着した可動接点6を固定接点7と8に接触させ、固定接点7と8の間を導通させて接点信号を発信させる構造とされる。

【0005】なお、片持梁4は凹部2に犠牲層(特に図示しない)を形成し、この犠牲層の上面と半導体基板1の上面に跨がって、例えば適当な弾性を持つ樹脂層を形成し、この樹脂層にコ字状の切溝9(図49参照)を形成し、この切溝9を通して凹部2に形成した犠牲層をエッチング等により除去して片持梁4を形成することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述したように従来は片持梁4に可動接点6を装着し、片持梁4を弾性変形させて可動接点6を固定接点7と8に接触させる構造であるから、片持梁4の耐久性に問題があり、片持梁の戻りの力が弱くなったり、片持梁4が折損し、固定接点7と8の間がオンの状態のままになってしまう事故が起きる率が高い。片持梁4の耐久性を高めるために、片持梁4の厚みを厚く採ることも考えられるが、片持梁4の厚みを厚く採ると、静電気力による吸引力によって片持梁を弾性変形させることがむずかしくなる不都合が生じる。また可動接点6と固定接点7および8への接触圧も小さくなり、接触の安定性が悪くなる欠点も生じる。

【0007】この発明の目的は、可動板の折損事故が発生することがなく、しかも小さな吸引力でも確実にオン、オフの接点信号を発信することができ、また接触圧も大きく得ることができる集積型マイクロスイッチを提供しようとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1で提案する集積型マイクロスイッチは、基板の一方の面に突出して形成された支柱と、この支柱によってシーソー運動可能な状態に支持された可動板と、この可動板の一方と基板との間に力を発生させ可動板をシーソー運動させる駆動手段と、可動板の遊端に装着した可動接点と、可動接点によって電気的に接離される固定接点と、によって構成した集積型マイクロスイッチを提案するものである。

【0009】この発明の請求項2乃至9で提案する集積型マイクロスイッチは請求項1で提案した集積型マイクロスイッチの駆動手段を各形式別に請求するものである。請求項2では基板に形成した下部電極と、導電体によって構成した可動板とによって駆動手段を構成した点を請求する。つまり、可動板に一定の例えば正電位を印加し、下部電極の一方と他方に交互に負電位を印加する

10

20

30

40

50

ことにより、可動板は静電気力によってシーソー運動し、固定接点が可動接点により電氣的に接離される。

【0010】請求項3では可動板を絶縁体によって構成すると共に、この可動板の回動支点を境に対称位置に上部電極を形成し、基板側にも支柱を境に対称位置に固定電極を形成する。上部電極と下部電極の間に異極性の電位を印加することにより、可動板をシーソー運動させることができ、このシーソー運動により固定接点間を電氣的に接離させることができる。請求項4では可動板の一方と他方の各回動遊端の双方と対向して基板に複数の下部電極を形成し、この複数の下部電極と可動板との間に静電容量を形成し、この静電容量に電荷を充電することにより、静電的な吸引力を発生させる構成とした静電駆動型の集積型マイクロスイッチを提案したものである。

【0011】この発明の請求項5で提案する駆動手段は可動板の回動支点を境に対称位置に形成した平面コイルと、この平面コイルが発生する磁界と平行する磁界を発生する永久磁石とによって構成した点を請求するものである。磁界発生手段として永久磁石を用いることにより平面コイルから発生する磁界が微小であっても、大きな吸引力および反発力を得ることができる。この結果として固定接点と可動接点との接触状態が安定した集積型マイクロスイッチを提供することができる。

【0012】この発明の請求項6で提案する駆動手段は磁性体によって構成した可動板と、線材を筒状に巻回して構成した励磁コイルとによって構成した集積型マイクロスイッチを請求するものである。線材を筒状に巻回することにより、その巻回数を多く採ることができる。この結果として強い磁氣的な吸引力または反発力を得ることができるため、この場合も可動接点と固定接点との間の接触状態が安定して集積型マイクロスイッチを提供することができる。

【0013】この発明の請求項7で提案する駆動手段は線材を筒状に巻回して構成した励磁コイルを可動板の上部側に架設した補助板に支持させ、可動板の上部側から吸引力を与える構成とした集積型マイクロスイッチを提案するものである。この発明の請求項8で提案する集積型マイクロスイッチは、可動板を非磁性体によって形成すると共に、可動板に磁性体から成る磁気吸着片を装着し、この磁気吸着片によって励磁コイルから発生する磁界により磁氣的吸着力を発生させる駆動手段を構成した点を提案するものである。

【0014】この発明の請求項9では請求項8で提案した磁気吸着片に可動板の厚み方向の磁極を着磁し、磁気吸着片の磁界と励磁コイルの磁界との相乗作用によって強力な接触圧（可動接点と固定接点間に与える接触圧）を得る構成とした駆動手段を提案するものである。この発明の請求項10と11は可動板の位置を保持する位置保持手段の構成を提案するものである。請求項10では可動板の回動支点位置の両側辺と基板の板面から突出さ

せて形成した台との間を弾性変形が可能なヒンジによって連結し、このヒンジによって可動板をシーソー運動が可能でしかも位置ずれを発生させない構造とした位置保持手段を提案するものである。

【0015】この請求項11では可動板の回動支点位置の両側辺から支持軸を突出して形成し、この支持軸を基板の板面から突出させて形成した台の上に形成した軸受に貫通させて保持させる構造とした位置保持手段を提案するものである。この発明の請求項12乃至17では固定接点と可動接点の構造に関して提案している。請求項12では可動接点を可動板の回動遊端部の下面側に被着形成し、固定接点を基板の板面上に形成し、可動接点により固定接点の相互間を電氣的に切離する構成とした集積型マイクロスイッチを提案するものである。

【0016】請求項13では可動接点に弾性変形可能なバネ性を与え、このバネ性によって可動接点と固定接点間にセルフクリーニング作用を施す構造とした集積型マイクロスイッチを提案したものである。請求項14では可動板の回動遊端の上面側に形成し、固定接点を基板の板面から離れた位置に架設した梁に装着した構造の集積型マイクロスイッチを提案するものである。

【0017】請求項15では固定接点を所定のインピーダンスに整合された信号伝送線路を構成する導電体によって構成した集積型マイクロスイッチを提案する。請求項16では所定のインピーダンスに整合された信号伝送線路の具体的な構成としてマイクロストリップラインに限定した構成を提案する。また、請求項17では固定接点をコプレナ型マイクロストリップラインによって構成した集積型マイクロスイッチを提案するものである。

【0018】これら請求項15乃至17で提案した集積型マイクロスイッチによれば、固定接点をインピーダンス整合された信号伝送線路で構成したことにより、高周波信号でも波形の品質を低下させることなく、継続制御することができる利点が得られる。この発明の請求項18では基板の一方の面に形成した固定接点と、この固定接点と対向して回動遊端が配置され、他端側が基板に対して固定され導電体によって形成された片持梁と、この片持梁の回動遊端と対向して配置され、線材を筒状に巻回して構成した励磁コイルと、によって構成した集積型マイクロスイッチを提案する。

【0019】この発明の請求項19では、導電性を有する磁性材によって形成され、基板の一方の面に片持梁の構造で支持された可動板と、この可動板の回動遊端と対向し、可動板の回動遊端からわずかに離れた位置に固定接点を支持する非磁性の導電体によって形成した固定接点支持用の片持梁と、可動板の回動遊端と対向して配置され、線材を筒状に巻回して構成した励磁コイルと、によって構成した集積型マイクロスイッチを提案する。

【0020】この発明の請求項20では、多角形の可動板の中心部を支柱によって支持すると共に、この可動板

と対向して基板の下部に下部電極を配置し、可動板の各隅に可動接点を形成し、可動板の各隅の各上面側に上部電極を形成し、この上部電極と上記下部電極間に電圧を印加して、上記可動板の隅の部分を基板に向かって変移させ、各隅に形成した可動接点を基板に形成した固定接点に接触させて固定接点を接離させる構造とした集積型マイクロスイッチを提案する。

【0021】請求項21では共通の基板に複数の集積型マイクロスイッチを形成し、複合化された集積型マイクロスイッチを提案するものである。請求項22では集積型マイクロスイッチを密封容器に封入し、密封容器内に不活性ガスを充填して構成した集積型マイクロスイッチを提案する。この発明の請求項23乃至27は上記した各種の構造の集積型マイクロスイッチの製造方法を提案するものである。

【0022】請求項23では図5に示した製造方法を提案するものである。請求項24では図25乃至図28に示した位置保持手段として軸受を用いた構造の集積型マイクロスイッチの製造方法を提案するものである。請求項25では図17に示した弾性変形が可能な可動接点を具備した集積型マイクロスイッチの製造方法を提案するものである。請求項26では図30乃至図32に示した平面コイルを具備した集積型マイクロスイッチの製造方法を提案するものである。

【0023】請求項27では図38および図39に示した励磁コイルを装備した集積型マイクロスイッチの製造方法を提案するものである。

【0024】

【作 用】以上説明したように、この発明による集積型マイクロスイッチによれば静電気の吸引力或いは電磁気力によって実際に可動接点を駆動し、固定接点間を電気的に断続操作するから、導通時のオン抵抗が小さく、開極時のオフ抵抗が大きい良質の接点信号を得ることができる。また、例えばホトリソグラフィの技術を用いて微細加工して可動接点を駆動する構造としたから、可動接点の動きを高速化することができる。この結果、応答の速い集積型マイクロスイッチを提供することができる利点が得られる。

【0025】更に、この発明による集積型マイクロスイッチは微細構造にすることができるため、小さいスペース内に多くの数のスイッチを実装することができる。この結果、複雑な切替回路を半導体デバイス程度の形状に集積化することができ、その用途は広く考えられよう。

【0026】

【発明の実施の形態】図1乃至図4に、この発明の請求項1, 2, 10, 12で提案する集積型マイクロスイッチの一実施例を示す。図中11は例えばシリコンやガリウム・ヒ素等の半導体から成る基板を示す。この発明による集積型マイクロスイッチは基板11の絶縁層12上に設けた固定接点13A, 13B, 14A, 14Bの開

放部を可動接点16A, 16Bによってそれぞれを電気的に開閉する構造とするものである。可動接点16A, 16Bは可動板18と一体になっており、絶縁層26(図2参照)によって導電性の可動板18から電気的に絶縁して設けられている。

【0027】基板11の上面の中央部には支柱15が設けられる。この支柱15によって可動板18がシーソー運動可能な状態に支持される。可動板18の両側には可動板18を構成する例えばポリシリコンのような導電性材料によって一体に基板11に対する可動板18の相対的な位置を維持するための位置保持手段19が突出して形成される。この実施例では位置保持手段19を弾性変形可能なヒンジによって構成した場合を示す。位置保持手段19の先端は基板11の絶縁層12に例えば金属メッキ層等によって形成した電極部21に電気的機械的に接続される。位置保持手段19は可及的に長く形成して弾性変形が容易なように、図1に示す例では蛇行させて形成した場合を示す。可動板18は位置保持手段19によって支柱15の上部に支持され位置ずれが生じない状態に維持される。位置保持手段19は可動板18に対して弾性的な偏倚力を与える必要はなく、可動板18の位置ずれを阻止するだけでよい。このために、位置保持手段19は細線状に形成すればよく強度を必要としない。

【0028】可動板18の下面と対向して基板11の絶縁層12上に下部電極22Aと22Bが設けられる。この下部電極22Aと22Bは支柱15を境に対称位置に配置され、端子部23A, 23Bから選択的に電圧信号を印加できる構造とされる。可動板18と下部電極22Aに電圧(正と負の異極電圧)を印加すると、可動板18の可動接点16A側に静電気によって吸引力が発生し、可動接点16Aが固定接点13Aと13Bに接触する。従って、端子13A-1と13B-1の間が導通状態となる。反対に可動板18と下部電極22Bに電圧を印加すると、今度は可動板18の可動接点16B側に吸引力が発生し、可動接点16Bが固定接点14Aと14Bに接触する。従って、この場合は端子14A-1と14B-1の間が導通状態となる。図3に図1および図2に示した集積型マイクロスイッチの電気的等価回路を示す。

【0029】なお、この実施例では請求項15で提案する固定接点をインピーダンス整合された信号伝送線路を構成する導体によって構成した場合を示す。つまり、固定接点13A, 13Bと14A, 14Bはそれぞれ基板11の裏側に形成した共通電位層24によりマイクロストリップラインを構成した場合を示す。従って、固定接点13A, 13Bと14A, 14Bは高周波伝送路として用いることができ、高周波信号の断続制御に用いることができる。また可動板18には、図1および図4に示すように多数の貫通孔18Aが形成される。この貫通孔18Aは図5で説明する製造方法で用いられる貫通孔で

ある。図5を用いて、この発明による集積型マイクロスイッチの製造方法を説明する。

【0030】例えばシリコンやガリウム・ヒ素のような半導体の基板11の上面に S_iO_2 のような絶縁層12を形成する(図5A)。更に、基板11の裏側にはマイクロストリップラインを構成する共通電位層24を形成する。絶縁層12の上面に、例えばスパッタリング法等によって固定接点13A、13Bと14A、14B、下部電極22A、22Bと端子13A-1、13B-1および14A-1、14B-1、23A、23Bを形成する。更にメッキ等の方法により支柱15と電極部21となる基台21Aを形成する(図5B参照)。

【0031】次に固定接点13A、13Bと14A、14Bおよび下部電極22A、22Bと支柱15、基台21Aの形成面に例えばポリイミド等の樹脂層25を塗布して形成する。樹脂層25は支柱および基台21Aの高さよりわずかに厚い程度に塗布し、エッチングによって支柱15Aおよび基台21Aの表面を露出させ、平坦面を形成する。更に、この平坦面に可動接点16A、16Bとなる導体を形成する(図5C参照)。

【0032】次に絶縁層26を樹脂層25の全面に形成し、更にその上に可動板18となるべき例えばポリシリコンとアルミAlを交互にスパッタにより積層し、導電層を絶縁層26の全面に形成する。導電層の上面に例えばフォトレジストを塗布し、可動板18の形状と、位置保持手段19および電極部21となるべき部分にフォトレジストパターンを形成し、フォトレジストが除去された部分の導電層を、ウェットエッチング或いはイオンミリング等により除去して可動板18と位置保持手段19および電極部21を形成する。なお、このエッチング工程において、可動板18となるべき部分に貫通孔18A(図4参照)も形成する。可動板18と位置保持手段19と電極部21を形成した状態で、可動板18、位置保持手段19、電極部21以外の部分に露出された絶縁層26を除去する(図5D参照)。

【0033】次に、可動板18の中央部分を除いて他の部分に図5Eに示すようにマスクM1を被せ、可動板18に形成した貫通孔18Aを通してウェットエッチングあるいはドライエッチングにより、絶縁層26をエッチングし、支柱15の上面と可動板18との間に空隙G1を形成する(図5E)。次に、マスクM1を除去し、可動板18と位置保持手段19および電極部21の部分をマスクにして樹脂層25のみをエッチング除去して、可動板18と基板11との間に図5Fに示す空洞G2を形成する。この空洞G2が形成されることにより、図1乃至図4に示した集積型マイクロスイッチが得られる。このように、集積型マイクロスイッチは半導体集積回路の製造技術によって作られるから、全体として極めて小さく共通の基板上に多数の集積型マイクロスイッチを一括して作ることができる。因みにチップ状に切断して基板

11の大きさは図4に示すように幅Wが0.5mm、長さLが1.0mm、厚みTが0.3mm程度となる。なお、空洞G2を形成するために用いられた樹脂層25を一般に犠牲層と呼んでいる。

【0034】図6および図7は、この発明の請求項1および2で提案した集積型マイクロスイッチの変形実施例を示す。この例では図8に示す回路構造の集積型マイクロスイッチを構成した場合を示す。図1乃至図5と対応する部分には同一符号を付して示す。つまり、この実施例では固定接点13Aと14Aは連続した信号線で構成し、可動板18を導体によって構成、可動板18を電極部21を通じて共通電位点CM(図8参照)に接続しておくことにより、可動板18を固定接点13Aに接触させると固定接点13Aが共通電位点CMに接続されて信号の伝送が遮断され、可動板18を固定接点14Aに接触させると、固定接点14Aが共通電位点CMに接続されて信号の伝送が遮断される切り換えを行う。

【0035】このため、可動板18は金属の多層膜で形成される。まず、図5Cに示した樹脂層25を形成した状態で樹脂層25の全面にスパッタリングによりTi、Pd、Auの順に金属の多層膜を形成し、更にその上に、例えばNi合金メッキを約20 μ m程度厚く形成する。この厚いNi合金メッキ層をマスクにしてTi、Pd、Au層から成る金属層の不要部分を例えばイオンミリングにより除去し、可動板18とヒンジ19と電極部21を形成する。なお、可動板の可動接点は交流を通す金属・絶縁膜のキャパシタ構造であってもよい。

【0036】Ti層はHF系の化学エッチングで容易に除去できるので、このTi層をエッチング除去し、支柱15と可動板18とを分離する。また可動板18の接点部分もPdが好ましいので、この部分のTi層も除去する。なお、支柱15と可動板18との分離層としては、この他にホトレジストのような樹脂を挟んで使ってもよい。図9乃至図11は、この発明の請求項1及び2で提案した集積型マイクロスイッチの更に他の実施例を示す。この実施例では図11に示す切換回路を構成するに適した集積型マイクロスイッチの構造を示す。つまり、端子13B-1に信号源SUを接続し、端子14A-1から信号源SUの信号を取り出すか、遮断する切り換えを行う切換回路の場合を示す。端子14B-1を共通電位点CMに接続しておくことにより、信号を遮断した状態では端子14A-1を可動接点16Bによって共通電位点CMに接続し、信号源SUの信号が端子14A-1にわずかも漏れることを阻止する構成とした回路である。

【0037】このために、固定接点13Aと14Aの間を配線17(図9参照)で接続し、可動板18のシーソー運動により固定接点13Aと13Bの間を14Aと14Bの間を交互にオンとオフの状態に切り換えることにより、図11に示した回路において、信号源SUの信号

を端子14A-1に出力する状態と遮断する状態に切り換えることができる。この図9乃至図11に示す実施例は、配線17を設けることによって多機能化され、図5で説明したと同じ製造方法により集積型マイクロスイッチを作ることができる。なお、これと同様に抵抗やキャパシタの素子を同一基板上に設け、これらを集積化したスイッチであってもよい。

【0038】図12および図13は請求項15乃至17で提案する固定接点を所定のインピーダンス整合された信号伝送線路によって構成した集積型マイクロスイッチの実施例を示す。つまり、この実施例では固定接点13A、13Bおよび14A、14Bをスリップラインの一つの型式であるコブレナ型信号線路によって構成した場合を示す。つまり、固定接点13A、13Bと14A、14Bのそれぞれの両側に共通電位を持つ導電体27A、27Bを配置することによりコブレナ型信号線路を構成することができる。この場合には、基板11の裏面に被着した共通電位層24は必ずしも存在しなくてもよい。

【0039】なお、この実施例では基板11の絶縁層12の上面に更に厚みが有る絶縁層12' (図13)を形成し、この絶縁層12'の上面に固定接点13A、13Bと14A、14Bおよび共通電位導電体27A、27Bを形成してコブレナ型マイクロストリップラインを形成した場合を示す。また、支柱15はこの絶縁層12'の上部に形成され、下部電極22Aと22Bはこの絶縁層12'に凹部12'Aを形成し、この凹部12'Aによって露出した絶縁層12に被着形成した場合を示す。

【0040】図14乃至図16は、この発明の請求項3で提案する上部電極28A、28Bを具備した集積型マイクロスイッチと、請求項13で提案する可動接点16Aと16Bを弾性変形が可能な形状とした集積型マイクロスイッチの実施例を示す。この実施例では可動板18の上面に上部電極28Aと28Bを形成し、この上部電極28Aと28Bのそれぞれに電極部21とヒンジ19を通じて別々に電圧信号を供給することにより、下部電極22A、22Bとの間で反発力または吸引力を発生させることができ、可動板18を何れの方角にもシーソー運動させることができる。なお、図14では可動板18に形成される貫通孔18Aを省略しているが、実際には貫通孔18Aは図1と同様に多数形成される。

【0041】更に、この実施例の特徴とする構造は図15および図16に示すように、可動接点16Aと16Bを可動板18の端部から突出させて形成し、この突出させた部分を固定接点13A、13Bと14A、14Bに接触させる構造とした点である。可動接点16A、16Bを可動板18の端部から突出させたことにより、可動接点16A、16Bには可撓性が与えられる。従って、この可撓性によって可動接点16A、16Bが固定接点13A、13Bおよび14A、14Bに接触する際に、

可動接点16A、16Bが弾性変形して接触するから、可動接点16A、16Bは固定接点13A、13Bおよび14A、14Bの上で多少摺動動作を行うことになり、この摺動動作によって、いわゆるセルフクリーニング作用が得られることを期待した構造としたものである。図15は可動板18の上面から直線状に突出させた構造とした場合を示し、図16は可動板18の上面から端面を巡って可動板18の下面側から突出させた構造とした場合を示す。

【0042】図17を用いて図15に示した構造の集積型マイクロスイッチの製造方法を説明する。Si、Nから成る絶縁層12を具備した半導体基板11の上に、例えばSi、O₂から成る絶縁層12'を成膜し、この絶縁層12'の上に固定接点13A、13Bと14A、14Bを形成すると共に、絶縁層12'に凹部12'Aを形成し、この凹部12'Aの底面に絶縁層12を露出させる。絶縁層12の露出面に下部電極22A、22Bと支柱15を形成する(図17A)。

【0043】この表面に例えばポリイミド等の樹脂層25を塗布し、平坦な表面を形成し、支柱15の上面が露出する程度に樹脂層25をエッチバックし、第1犠牲層となる樹脂層25および絶縁層12'の上にエッチングが容易な例えばポリSi₃N₄から成る絶縁層26を形成する。絶縁層26の表面にはPoly Si₃N₄-Si₃N₄-Si₃N₄の順番に絶縁性多層膜をスパッタで積層形成し、この絶縁性多層膜にホトレジストパターンをマスクとして被せて、ドライエッチングにより可動板18と位置保持手段19および電極部21の基台21A(図4参照)を形成する。この積層構造は応力のバランスにより、反りが小さく、強度の強い可動板18が得られる。なお、このドライエッチングにより可動板18には図4に示したように貫通孔18Aが多数形成されるものとする(図17B)。

【0044】次に可動板18の裏側の中央部および位置保持手段19(図17には表示されない)の裏側にある絶縁層26を可動板18に形成した貫通孔18A(図4参照)を通じてエッチングし、可動板18と支柱15の間に空隙G1を形成する。この空隙G1の形成により支柱15と可動板18は分離される。この表面に例えばホトレジスト等の樹脂層から成る第2犠牲層29を塗布し、平坦な表面を形成し、更に可動板18の上面が露出するまで樹脂層29をエッチバックする(図17C)。

【0045】可動板18の表面にPd-Mo-Auの順番に金属を積層し、ホトレジストパターンをマスクにスイッチ用の可動接点16A、16Bと、上部電極28A、28BをNiメッキで形成する。このNiメッキ層をマスクにして不要な金属層は例えばイオンミリングで除去する(図17D)。次に、樹脂層25と29をエッチングにより除去することにより空洞G2が得られ、図15に示した集積型マイクロスイッチが得られる(図1

7E)。

【0046】図18と図19に図14乃至図16に示した実施例の変形実施例を示す。図18に示す実施例では、基板11の平坦面に絶縁層12を介して支柱15と固定接点13A、13Bおよび14A、14Bと、下部電極22A、22Bを形成し、可動板18に上部電極28A、28Bと可動接点16Aと16Bを装着した構造の集積型マイクロスイッチを示す。可動板18の駆動は下部電極22A、22Bと上部電極28A、28Bに電圧を印加し、静電駆動によって行われる。この実施例の構造によれば、基板11が導体、半導体、絶縁体の何れであっても、集積型マイクロスイッチを構成できる特徴を持っている。支柱15および可動板18は絶縁体で形成される。

【0047】図19は基板11自体で支柱15を形成した実施例を示す。つまり、この場合には基板11としてS_i、或いはG_Aのような半導体基板を使用し、この基板自体をエッチング処理して支柱15を形成する。支柱15を形成した後で絶縁層12を形成し、絶縁層12の上に固定接点13A、13Bと14A、14Bおよび下部電極22A、22Bを形成する。可動板18側の構造は図18と同様である。

【0048】図20および図21は、この発明の請求項4で提案する集積型マイクロスイッチの実施例を示す。請求項4で提案する集積型マイクロスイッチは可動板18を駆動する駆動手段の構造に特徴を有するものである。その特徴とする構成としては、基板11の一方の回動遊端側および他方の回動遊端側の双方にそれぞれと対向して複数の下部電極22A-1、22A-2および22B-1、22B-2を設け、これら複数の下部電極22A-1、22A-2と22B-1、22B-2のそれぞれに異極電圧を印加することにより可動板18に吸引力を与え、シーソー運動させる構造とした点にある。

【0049】図21を用いて可動板18に吸引力を与える動作について説明する。図21は図20に示すF-F線上の断面を示す。下部電極22B-1と22B-2に対向して可動板18が配置される。可動板18が導電性を持つものとする、下部電極22B-1と可動板18との間および下部電極22B-2と可動板18との間に静電容量C1とC2が形成される。下部電極22B-1と22B-2との間に正と負の電圧V_{bc}を印加すると、これらの静電容量C1とC2に電荷が蓄積され、可動板18の電位は下部電極22B-1と22B-2との間に印加した電圧V_{bc}のほぼ中央の電位に安定する。

【0050】静電容量C1とC2に電荷が充電されることにより、下部電極22B-1と可動板18の間および下部電極22B-2と可動板18との間に静電気による吸引力が発生する。従って、下部電極22A-1と22A-2および22B-1と22B-2の各下部電極対に交互に電圧V_{bc}を印加することにより、可動板18を

シーソー運動させることができる。なお、可動板18の材質としては上述では導電材料として説明したが、特にその限定は必要なく、絶縁材で形成された可動板でもシーソー運動させることができる。詳しくは(計測と制御第38巻第2号1999年2月号101~104頁参照)。

【0051】また、図20に示した実施例では可動板18の一方と他方の回動端側にそれぞれ一對の下部電極22A-1と22A-2および22B-1と22B-2を設けた例を示したが、一對に限らず例えば3枚乃至それ以上の枚数の下部電極を形成し、これら複数の下部電極に異極電圧を選択的に印加して可動板18をシーソー運動させることもできる。図20に示した集積型マイクロスイッチによれば、図1または図6に示した実施例のように可動板18に電圧を供給する必要がなく、位置保持手段19の部分に電気配線を施す必要がない。従って、図1または図6に示した集積型マイクロスイッチより製造を簡素化することができる利点を得られる。また位置保持手段19を構成するヒンジに電気配線を形成しないから、耐久性も向上できる利点を得られる。

【0052】図22乃至図29は請求項11で提案する集積型マイクロスイッチの実施例を示す。請求項11で提案する集積型マイクロスイッチは、位置保持手段19として可動板18と一体に形成した支持軸18Bと、この支持軸18Bを貫通させて支持する軸受30とによって構成した構造を特徴とするものである。軸受30は基板11の板面に突設した台31と、この台31の上部に形成したアーチ32(図23)とによって構成され、アーチ32と台31で囲まれた中空孔に支持軸18Bを貫通させて可動板18の位置を維持させる構造とする。支持軸18Bと台31と、アーチ32の各製造方法については後で説明することにするが、ここでは台31およびアーチ32が導電材で形成され、更に可動板18と支持軸18Bも導電材で形成した場合を示す。

【0053】従って、台31を通じて可動板18に電圧を印加することができる。下部電極22Aと22Bには可動板18に印加した電圧とは異なる極性の電圧を交互に印加することにより可動板18をシーソー運動させることができる。図22および図23の実施例では可動板18および支持軸18Bを導電材料で形成し、可動板18と下部電極22Aまたは22Bとの間に電界を印加して吸引力を発生させる構造とした場合を説明したが、図24に示すように、シーソー運動する可動板18の一方の回動遊端側および他方の回動遊端側のそれぞれに対して一對の下部電極22A-1、22A-2と22B-1、22B-2を設け、これらの下部電極22A-1、22A-2と、22B-1、22B-2のそれぞれの対に電圧を印加して可動板18をシーソー運動させることもできる。

【0054】図24に示す駆動構造を採る場合には可動

板18側に電圧を印加しなくて済むから、可動板18の材質は特に金属でなくともよく、絶縁体、或いは半導体等のあらゆる材料で構成することができる利点が得られる。この図22乃至図24に示した実施構造によれば、可動板18は主に支柱15によってシーソー運動できるように支持され、更に支持軸18Bが軸受30によって位置ずれが発生しないように支持されるから、可動板18は外部からの反力を受けることはなく、従って、わずかな吸引力によってシーソー運動させることができる。また、可動接点16A、16Bと固定接点13A、13Bおよび14A、14Bとの接触状態でも、その接触状態を引き離そうとする反力が与えられないから安定した接触状態を維持することができる。

【0055】図25乃至図29を用いて図22乃至図24に示した集積型マイクロスイッチの製造方法（請求項24）を説明する。ここでは特に支持軸18Bと軸受30の製造方法について詳しく説明することにする。例えば、シリコンから成る基板11を用意し、この基板11の下面側にアース導体となる共通電位層24を形成すると共に、上面側に絶縁層12を形成する（図25A）。

【0056】絶縁層12の上面に例えば蒸着等により金属層を被着形成し、フォトリソとエッチング等の工程を経て台31（図23および図24参照）を形成すべき位置に導電層33を形成すると共に、下部電極22A、22Bと、固定接点13A、13Bおよび14A、14Bを形成する（図25B）。なお、図25Bにおいて導電層33の背後に支柱15を形成するための導電層も形成する。導電層33および支柱15を形成するための導電層のみを露出した状態に例えばフォトリソ層等によってマスクを形成し、導電層33と支柱15を形成すべき導電層の上にメッキ層を形成する。このメッキ層が軸受30を構成する台31および支柱15となる（図25C）。

【0057】台31および支柱15と同一の高さにレジスト層から成る第1犠牲層34を形成し、この第1犠牲層34の全面に蒸着等により金属層を形成し、この金属層をエッチングにより所定のパターンに残し、可動接点16A、16Bを形成する（図25D）。可動接点16A、16Bを形成した後、可動接点16A、16Bの厚みに等しい第2犠牲層35を形成し、この第2犠牲層35の上面の全体に金属層36を形成する。この金属層36には台31と対向する位置（図25Dと図28参照）に孔36Aを形成する。

【0058】金属層36をマスクにして第2犠牲層35にも孔36Bを形成する（図26A）。従って、孔36Aおよび36Bの底面に台31が露出した状態となる（図26A）。次に金属層36の上面にマスクを施し、例えばイオンミリングにより金属層36の可動板18と支持軸18Aを形成すべき部分を除く他の部分を除去し、金属層36により可動板18と、支持軸18Bの形

状を形成する（図26A、図29）。

【0059】図26Aの状態では再びフォトリソ層37を全面に被着する。このフォトリソ層37の厚みは可動板18の厚みにほぼ等しい程度の厚みに形成する（図26B）。フォトリソ層37に金属層36と同一形状のパターン（可動板18と支持軸18Bの形状）を露光し、金属層36の上面に位置するフォトリソ層37を除去する。従って、フォトリソ層37で囲まれた内部には金属層36が露出した状態となる（図26C）。

【0060】金属層36を露出させた状態で金属層36の上面にメッキを施し、可動板18の厚みにほぼ等しいメッキ層38を形成する。このメッキ層38と金属層36とによって可動板18と支持軸18Bが形成され、更に孔36A、36Bの内部に台31に接触してアーチの柱38Aが形成される（図26D）。フォトリソ層37とメッキ層38の上面に再びフォトリソ層から成る第3犠牲層39を被着し、この第3犠牲層39に図28および図29に示した孔36Aと対向して孔39Aを形成し、第3犠牲層39の上面に例えば蒸着等の方法で金属層41を形成する（図27A）。

【0061】金属層41の上面に更にフォトリソ層から成る第4犠牲層42を被着し、この第4犠牲層42に孔39Aの部分を連結した長孔42Aを形成する（図27B）。長孔42Aを形成することにより、長孔42Aの底面に金属層41を露出させる。この状態で長孔42A内の金属層41にメッキを施し、メッキ層43を形成する（図27B）。

【0062】メッキ層43を形成した状態で第4犠牲層42を除去すると共に、金属層41をイオンミリングにより除去する。この場合、メッキ層43がマスクとして作用し、金属層41はメッキ層43を形成した部分以外が除去される。更に、第3犠牲層39とフォトリソ層37および第2犠牲層35、第1犠牲層34をエッチング等の方法により除去することにより、図27Cに示す可動板18と、支持軸18Aと、アーチ32とが形成される。つまり、可動板18と支持軸18Aはメッキ層38と金属層36とによって構成され、アーチ32はメッキ層38で形成された柱38Aと、金属層41と、メッキ層42とによって構成される。更にアーチ32と台31とによって軸受30が構成され、アーチ32で形成される中空部分を支持軸18Bが貫通した状態に形成される。

【0063】以上説明した製造方法により明らかなように、可動板18の自重は主に支柱15によって支持され、更に支持軸18Bが軸受30に貫通しているから、可動板18の位置がずれてしまうことはなく、また基板11から外れてしまうことはない。更に台31と支持軸18Bと可動板18が導電性を持つ主にメッキ層で形成したから、台31に一方の極性の電圧を印加し、下部電

10

20

30

40

50

極 22A と 22B に他方の極性の電圧を交互に印加することにより静電気により可動板と、各下部電極 22A または 22B との間に吸引力が発生し、可動板 18 をシーソー運動させることができる。

【0064】図 30 乃至図 32 は、この発明の請求項 5 で提案する集積型マイクロスイッチの実施例を示す。請求項 5 で提案する集積型マイクロスイッチは可動板 18 の駆動を平面コイルで発生する磁力で行う構造とした集積型マイクロスイッチを提案するものである。このために、図 31 に示すように、可動板 18 の上面に支点を境として対称位置に平面コイル 45A、45B を形成し、この平面コイル 45A と 45B に選択的に励磁電流を流すことにより、図 31 に示す永久磁石 46A、46B で与えられている磁界によって反発力および吸引力を発生させ、可動接点 16A と 16B を固定接点 13A、13B および 14A、14B に接触させる構造としたものである。

【0065】図 31 に示す例では、平面コイル 45A と 45B に別々に励磁電流を供給する構造とした場合を示したが、図 32 に示すように平面コイル 45A と 45B を互いに逆巻きの関係に巻回して形成し、これらを直列接続し、一对の端子 21A-1 と 21A-2 から励磁電流を供給すれば、一对の平面コイル 45A と 45B は互いに逆向きの磁界を発生する。従って、一方と他方は常に永久磁石 46A と 46B に対して吸引力と反発力を発生するから、2 倍のトルクを発生させることができる。

【0066】このように構成すれば、端子 21A-1 と 21A-2 から供給する電流の向きを反転させれば可動板 18 の回転方向を正転方向および逆転方向の任意の方向に制御することができる。従って、この図 32 に示す構造を採用する場合は平面コイル 45A と 45B に電流を供給する配線は可動板 18 の両側に 1 本ずつ形成すればよく、従って位置保持手段 19 も 1 本ずつ形成すればよい。ため構造を簡素化することができる。

【0067】図 33 および図 34 はこの発明の請求項 6 で提案する集積型マイクロスイッチの実施例を示す。この図 33 および図 34 に示す集積型マイクロスイッチは図 30 乃至図 32 に示した平面コイル駆動型の集積型マイクロスイッチの変形実施例を示す。この実施例の構造上の特徴は、磁界の発生強度を高めるために励磁コイルを独立して筒状に巻回して製造し、この励磁コイルを基板に形成した孔に装填して樹脂材によって固定し、励磁コイルを埋設した状態で基板の表面を平滑化処理し、平滑化した基板の表面に固定接点を形成し、更に可動板 18 をシーソー運動可能な状態に形成して磁気駆動型の集積型マイクロスイッチを構成した点にある。

【0068】図 33 および図 34 に示す例では、可動板 18 を磁性体によって形成した場合を示すが、その他に図 38 および図 39 に示す例のように可動板 18 に磁性体、特に強磁性体を貼着して磁気的な吸着力を発生させ

る構成を採ることもできる。図 35 乃至図 37 を用いて図 33 および図 34 に示した集積型マイクロスイッチの製造方法について説明する。図 35A に示す補助基板 11A を用意する。この補助基板 11A は絶縁板であっても、また銅のような導電板であってもよい。

【0069】補助基板 11A の一方の面に中間板 11B を被着形成し、これら補助基板 11A と中間板 11B とによって基板 11 を構成する。中間板 11B も絶縁板であっても、また導電板であってもよい。基板 11A は適度の強度が得られればよく、特に厚みに制限が付されないが、中間板 11B の厚みは後で説明する励磁コイル 62 のコイル長（磁気コア 62A の長さ）よりわずかでも大きい寸法に選定する。例えば磁気コア 62A の長さを 0.6mm に選定する場合は 0.7～0.8mm 程度に選定する。

【0070】中間板 11B には所定の間隔（可動板 18 の長さによって決められる）を保持して孔 63 を形成する。図では 1 個の集積型マイクロスイッチを製造する工程を示しているが、実際には孔 63 を多数組形成し、一度に多数の集積型マイクロスイッチを製造する。孔 63 は例えば中間板 11B に予めプレス或いはエッチング等によって形成しておき、孔 63 が形成された状態の中間板 11B を補助基板 11A に接着剤によって被着するか、または補助基板 11A に銅を使用し、この銅によって形成した補助基板 11A の一方の面に同様に銅層を例えばメッキ等の方法で 0.65～0.70mm 程度の厚みに形成してもよい。

【0071】中間板 11B をメッキで形成した場合は、この中間板 11B にホトリソグラフィの技術により孔 63 を形成する。孔 63 の直径は励磁コイル 62 の外周と孔 63 の内壁との間に多少すき間が形成される程度に大きく形成する。励磁コイル 62 を孔 63 に挿入した状態で孔 63 の内部、特に励磁コイル 62 の外周面と孔 63 の内壁面との間に形成されるすき間 63A（図 37 参照）に樹脂材を充填し、更に中間板 11B の表面にも同一の樹脂材を塗布して所望の厚みを持つ樹脂層 64 を形成する（図 35B）。

【0072】樹脂層 64 が固化した状態で電極 62C の突出部分と、更に樹脂層 64 の表面を切削加工し、樹脂層 64 の表面を鏡面仕上げする（図 35C）。鏡面仕上げされた樹脂層 64 の面には電極 62C が樹脂層 64 と面一の状態で露出した状態となる。この電極 62C に接触させて配線 65 と電極 66（図 33）を形成し、励磁コイル 62 の電流供給路を形成する。これと同時に固定接点 13A、13B と 14A、14B および端子部 13A-1、13B-1、14A-1、14B-1 と支柱 15 と台 31 を形成すべき部分に、例えばホトリソグラフィの技術により導電層を形成する。

【0073】次に配線 15、電極 66、固定接点 13A、13B、14A、14B および端子部 13A-1、13B-1、14A-1、14B-1 に例えばホトレジ

ストのようなマスクを形成し、このマスクに支柱15と台31を形成すべき部分に孔を形成して、この孔の部分に導電層を露出させ、この露出した導電層に例えばメッキ等の手段によって支柱15と台31を被着形成する

(図35D)。支柱15と台31を形成した後の工程は図25乃至図29で説明したと同じ工程で可動板18と可動板18の支持軸18Aを形成し、可動板18の回動遊端部に可動接点16A、16Bを形成し、更に台31の上部にアーチ32を形成して図38および図39に示す磁気駆動型の集積型マイクロスイッチを完成する。

【0074】ここで図25乃至図29で説明した製造工程との違いは可動板18の材質を磁性材料に選定する点である。磁性材料としては、例えば鉄-ニッケル等を用いればよい。図33および図34に示した磁気駆動型の集積型マイクロスイッチの構造によれば、励磁コイル62のいずれか一方に励磁電流を印加することにより、磁界が発生し、この磁界によって可動板18の一方の回動遊端が励磁コイル62に吸引され、可動接点16Aまたは16Bが固定接点13A、13Bまたは14A、14Bの何れか一方を導通させる。

【0075】励磁コイル62を巻線によって形成し、更に磁気コア62Aを配置したから、図30乃至図32に示した平面コイルの場合と比較して強い磁界が発生する。この結果、可動接点16Aまたは16Bが固定接点13A、13Bおよび14A、14Bに接触する接触圧を強く得ることができ、安定な接触状態を維持することができる利点を得られる。図38および図39は可動板18を非磁性材料で形成し、この可動板18の上面に磁性材から成る磁気吸着片67を貼着した実施例を示す。このように可動板18と磁気吸着片67を別体に分離した場合には、磁気吸着片67としては例えばスパッタリング等によって可動板18として形成することができない材質であって使用することができ、特に透磁率の高い材料を選定することができ、これにより磁気的な吸着力の強い集積型マイクロスイッチを得ることができる利点を得られる。

【0076】また、磁気吸着片67に予め厚み方向にN-S極を着磁させることにより、更に一層接点間の接触圧を高めることができる。つまり、磁気吸着片67の表側を共にN極に揃えて配置し、2個の励磁コイル62を差動的に励磁して異極を発生させることにより、可動板18の一方の回動端側には吸着力を発生し、他方の回動端側には反発力を発生させることができる。よって吸着力と反発力によって図33および図34の場合と比較して約2倍の接触圧を得ることができる。

【0077】図40はこの発明の請求項18で提案する集積型マイクロスイッチの実施例を示す。この実施例では可動板18を片持梁構造で支持すると共に、可動板18の回動遊端部と対向して図36に示した構造の励磁コイル62を埋設した構造とした場合を示す。この実施例

では可動板18として導電性を持つ磁性材によって形成し、可動板18の回動遊端が固定接点13に接触することにより電極部13A-1、14A-1との間を電氣的に接離させる構造とした場合を示す。

【0078】この実施例によれば構造が簡素であることから、製造が容易であることと、この場合も励磁コイル62は磁気コア62Aと、この磁気コア62Aに巻回したコイル62Bとによって構成したから磁気的な吸着力を強く得ることができる。この結果、片持梁構造の可動板18は強度を強くしても充分彎曲させることができるため、図49および図50で説明した従来の技術の欠点は解消される。図41はこの発明の請求項19で提案した集積型マイクロスイッチの実施例を示す。この実施例では固定接点13を片持梁構造の固定接点支持片68で支持させた構造とした場合を示す。この場合、固定接点支持片68は非磁性材から成る導電体とし、可動板18が固定接点13に接触するときに、可動板18の押圧力によって固定接点支持片68をわずかに彎曲させ、この彎曲時に可動板18と固定接点13との間を摺動させて接点間にセルフクリーニング動作を行わせるように構成したものである。

【0079】図42および図43は、この発明の請求項7で提案する集積型マイクロスイッチの実施例を示す。この請求項7で提案する集積型マイクロスイッチは励磁コイル62を可動板18の上面側に配置した構成を提案するものである。基板11には図22および図23に示したと同様の集積型マイクロスイッチを形成し、基板11の上部に柱71によって基板72を支持する。基板72は図33と図34で説明した構造と同様に強度を得るための補助基板72Aと、励磁コイル62を格納するための中間板72Bとによって構成される。中間板72Bには孔73を形成し、この孔73に励磁コイル62を挿入し、励磁コイル62と孔73との間に形成されるすき間に樹脂材を充填し、励磁コイル62を基板72に固定する。これと共に励磁コイル62の上面および中間板72Bの上面に樹脂層74を形成し、樹脂層74の表面を鏡面仕上げし、この鏡面仕上げした樹脂層74の表面に配線65(図43参照)を形成する。

【0080】柱71を導電体によって構成し、この導電体によって形成した柱71に配線65を接続し、柱71を通じて励磁コイル62の励磁回路を基板11の表面に設けた電極66に電氣的に接続する。図42および図43に示したように、励磁コイル62を可動板18の上面側に配置することにより、可動板18を装備した基板11と、励磁コイル62を装備した基板72を別々に作り、基板72には予め柱71を突出して用意することにより、両者を合体して集積型マイクロスイッチを作ることができるから製造を容易に行える利点を得られる。

【0081】図44はこの発明の請求項20で提案する集積型マイクロスイッチの構造を示す。この発明の請求

項20では多極スイッチを提案するものである。この実施例では可動板18を正四角形の多角形状とし、この多角形状の可動板18のほぼ中心部に支柱15を配置し、各四辺のほぼ中央部分に位置保持手段19を配置する。可動板18の各四隅に三角形形状の上部電極28A、28B、28C、28Dを形成する。可動板18の四隅の下面側に可動接点16A、16B、16C、16Dを形成し、この可動接点16A~16Dによって固定接点13A、13B、13A'、13B'および14A、14Bをそれぞれ断続操作する。なお、固定接点14A'と14B'は予め接続されて一体化されており、可動接点16A、16C、16Dの何れかが固定接点13A、13B、13A'、13B'、14A、14Bに接触することにより、固定接点13A、13A'、14Aに入力した信号を固定接点14A'に取り出すことができる。可動接点16Dは可動板18の裏側の面に形成した配線により支柱15に電気的に接続され、支柱15を通じて共通電位CMに接続される。

【0082】また、この実施例では固定接点13A、13B、13A'、13B'、14A、14B、14A'、14B'が形成された層より下側の層に少なくとも可動板18の形状と同等の面積を持つ導電層（特に図示しない）を形成し、この導電層を下部電極とする。この下部電極に端子部23Aまたは23Bを通じて電圧信号を入力することにより、この下部電極と上部電極28A~28Dにより可動板18を任意の方向に傾けることができる。

【0083】図44に示した集積型マイクロスイッチの構造によれば、図45に示す回路構造が得られる。つまり、固定接点13A、13A'、14Aの何れかに入力した信号を固定接点14A'に取り出すことができる回路である。可動接点16A、16B、16Cの全てが開放されている場合に可動接点16Dを固定接点14A'に接触させることにより、固定接点14A'を可動接点16Dを通じて共通電位CMに接続し、信号の漏れを阻止する構成とされる。

【0084】図46はこの発明の請求項21で提案する集積型マイクロスイッチの実施例を示す。この実施例では共通の基板11に複数の集積型マイクロスイッチSW1、SW2...SW4を形成した場合を示す。個々のマイクロスイッチは配線パターンによって所望の回路構成に結線される（図中省略）。図47はこの発明の請求項22で提案する集積型マイクロスイッチの実施例を示す。この実施例では実際の実装構造を示す。基板11と可動板18とから成る集積型マイクロスイッチSWを密封容器50に格納し、密封容器50から端子51、52を導出し、この端子51、52を通じて転換信号を供給して切換制御する。密封容器50の内部には、例えばN₂、或いはA、等の酸化防止用不活性ガスを封入して実用に供せられる。また固定接点13A、13B、14A、14

Bと可動接点16A、16Bの材料によってはN₂とO₂の混合ガスを用いることも考えられる。

【0085】以上説明した実施例では、下部電極22A、22Bと上部電極28A、28Bをそれぞれ金属膜で形成した場合を説明したが、高濃度の不純物領域を形成し、この不純物領域を導電層としてこれを下部電極22A、22B或いは上部電極28A、28Bとして利用することも考えられる。また、位置保持手段19を構成するヒンジの形状も上述した実施例の形状に限定されるものでないことも容易に理解できよう。

【0086】図48はこの発明の請求項14で提案した集積型マイクロスイッチの実施例を示す。この実施例では可動接点16A、16Bと固定接点13A、13Bおよび14A、14Bの変形実施例を示す。この実施例では可動板18の回動遊端のそれぞれに上向きに突出した一对の可動接点16Aと16Bを形成し、この可動接点16Aと16Bを基板11から離れて設けた梁60に形成した固定接点13A、13Bおよび14A、14Bに接離させる構成とした場合を示す。

【0087】可動接点16A、16Bは円錐形状とされるが、上端は平坦面とされ、接触する固定接点13A、13Bおよび14A、14Bに対して傷を付けない形状とされる。図48の実施例では可動板18が導電性であり可動板18の上面に可動接点16A、16Bを直接形成し、可動板18の導電性を利用して固定接点13A、13B間及び14A、14Bのそれぞれの間を電気的に接離させる構成とした場合を示す。尚、可動接点16Aと16Bを可動板18から電気的に絶縁する必要がある場合には絶縁層を介して導電層を形成し、この導電層の上に電気的に導通状態にある各一对の可動接点16A、16Bを形成すればよい。

【0088】可動板18が絶縁材で形成した場合には、可動板18の上面に直接導電層を形成し、この導電層の上に電気的に導通状態にある各一对の可動接点16A、16Bを形成する。この固定接点13A、13B、14A、14Bは梁60を形成する前の工程で、例えばメッキによって形成することができる。梁60は図25乃至図29で説明したアーチ32を形成する製造方法によって形成する。梁60は主に導電材料で形成されるが、中央部分において絶縁体61を介挿し、この絶縁体61によって梁60は電気的に2分割され、この2分割された梁60が一方が固定接点13A、14Aとされ、他方が固定接点13B、14Bとされる。

【0089】これらの固定接点13A、13Bと14A、14Bはそれぞれ端子13A-1、13B-1および14A-1、14B-1にそれぞれ電気的に接続される。このように、可動板18の上面側に可動接点16A、16Bを形成する構造とした場合には、可動板18の裏側に可動接点16A、16Bを形成する製造方法と比較して製造方法を簡素化できる利点が見られる。な

お、図 48 に示した実施例は可動板 18 の上面側に可動接点 16A、16B を形成する実施例を例示するものであり、可動板 18 を支持する構造が図示する支持軸 18B と軸受 30 で位置保持手段を構成する構造であること、および可動板 18 をシーソー運動させる駆動手段を基板 11 上に並設した一对の下部電極 22A-1、22A-2 および 22B-1、22B-2 で構成した点との組み合わせを限定するものではない。つまり、図 48 に示した可動接点 16A、16B の構造は上述した全ての構造の集積型マイクロスイッチに適用できることは容易に理解できよう。

【0090】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば可動板 18 はシーソー運動して固定接点 13A、13B 間および 14A、14B 間を電氣的に接離させる構造であり、可動板 18 自体が弾性変形することはない。このために可動板 18 が折損事故に遇うおそれはなく、耐久性の高い集積型マイクロスイッチを提供できる利点が得られる。また、可動板 18 はその重量は主に支柱 15 によって支持されているから可動板 18 の位置保持手段 19 としてヒンジを用いる場合には、ヒンジは可動板 18 の位置を維持するだけでよい。従って、ヒンジには強度を要求しないため弾性変形が容易な形状に作ることができる。また、静電気の力によって可動板 18 を可動させたとしても、ヒンジによるバネ力を小さくできるため、固定接点 13A、13B、14A、14B に対して大きな接触圧を与えることができ、安定な接触状態を得ることができる。

【0091】また、この発明では可動板 18 の位置保持手段 19 として支持軸 18B と軸受 30 を用いた構成を提案した。この軸受 30 を用いる構成とした場合には、可動板 18 のシーソー運動に対して反力が全く発生しないから、静電気の力でシーソー運動させる場合に、更に小さい吸引力によって動作させることができる。また固定接点に対して接触した状態を安定に維持することができる利点が得られる。また、この発明による電磁駆動型のマイクロスイッチによれば、可動板 18 の駆動トルクを大きく得ることができるため、この場合には更に安定した接触状態を得ることができる。

【0092】特に図 33 乃至図 43 に示したように励磁コイル 62 を用いる構造とした場合には、更に一層吸着力を強くすることができるため、スイッチの接触状態を安定化することができる大きな利点が得られる。更に、この発明では固定接点 13A、13B、14A、14B をインピーダンス整合が採れたマイクロストリップライン構造としたから、高周波信号でも波形品質を劣化させることなく安定して伝送することができ、高周波信号を低損失、高分離損失で断続制御できる利点が得られる。

【0093】また、この発明による集積型マイクロスイッチはマイクロマシン技術で製造できるから、小型で

高品質の製品を多量にしかも安価に作ることができる利点も得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の請求項 1 または 2 で提案した集積型マイクロスイッチの一実施例を説明するための平面図。

【図 2】図 1 に示す A-A 線上の断面図。

【図 3】図 1 および図 2 に示した構造の集積型マイクロスイッチの電氣的な等価回路図。

【図 4】図 1 および図 2 に示した集積型マイクロスイッチの全体の構造を説明するための斜視図。

【図 5】図 1 および図 2 に示した集積型マイクロスイッチの製造方法を説明するための工程図。

【図 6】図 1 および図 2 に示した集積型マイクロスイッチの変形実施例を説明するための平面図。

【図 7】図 6 の B-B 線上の断面図。

【図 8】図 6 および図 7 に示した集積型マイクロスイッチの等価回路図。

【図 9】図 1 および図 2 に示した集積型マイクロスイッチの更に他の変形実施例を説明するための平面図。

【図 10】図 9 に示す C-C 線上の断面図。

【図 11】図 9 および図 10 に示した集積型マイクロスイッチの等価回路図。

【図 12】図 1 および図 2 に示した集積型マイクロスイッチの更に他の実施例を説明するための平面図。

【図 13】図 12 に示した D-D 線上の断面図。

【図 14】この発明の請求項 3 で提案する集積型マイクロスイッチの実施例を説明するための平面図。

【図 15】図 14 に示す E-E 線上の断面図。

【図 16】図 14 に示す実施例の変形実施例を示す断面図。

【図 17】図 14 および図 15 に示した集積型マイクロスイッチの製造方法を説明するための工程図。

【図 18】図 14 に示した集積型マイクロスイッチの変形実施例を示す断面図。

【図 19】図 14 に示した集積型マイクロスイッチの更に他の変形実施例を示す断面図。

【図 20】この発明の請求項 4 で提案した集積型マイクロスイッチの実施例を説明するための平面図。

【図 21】図 20 に示した F-F 線上の断面図。

【図 22】この発明の請求項 11 で提案した集積型マイクロスイッチの実施例を説明するための平面図。

【図 23】図 22 に示した G-G 線上の断面図。

【図 24】図 22 に示した実施例と図 20 に示した実施例とを組み合わせた実施例を示す平面図。

【図 25】図 22 に示した実施例の製造方法を説明するための断面図。

【図 26】図 25 に示した製造方法の続きを説明するための断面図。

【図 27】図 25 および図 26 に示した製造方法の続きを説明するための断面図。

【図 28】図 26 A に示した工程を補足説明するための平面図。

【図 29】図 26 A に示した工程を補足説明するための平面図。

【図 30】この発明の請求項 5 で提案する集積型マイクロスイッチの実施例を説明するための平面図。

【図 31】図 30 に示す H-H 線上の断面図。

【図 32】図 30 に示した集積型マイクロスイッチの変形実施例を説明するための平面図。

【図 33】この発明の請求項 6 で提案する集積型マイクロスイッチの実施例を説明するための平面図。

【図 34】図 33 を側部から見た断面図。

【図 35】図 33 および 34 に示した集積型マイクロスイッチの製造方法を説明するための工程図。

【図 36】図 33 および図 34 に示した集積型マイクロスイッチに用いた励磁コイルの一例を示す斜視図。

【図 37】図 36 に示した励磁コイルを基板に形成した孔に装填した状態を説明するための平面図。

【図 38】図 33 および図 34 に示した集積型マイクロスイッチの変形実施例を説明するための平面図。

【図 39】図 38 に示した集積型マイクロスイッチの構造を説明するための断面図。

【図 40】この発明の請求項 18 で提案した集積型マイクロスイッチの実施例を説明するための断面図。

【図 41】この発明の請求項 19 で提案した集積型マイクロスイッチの実施例を示す断面図。

【図 42】図 33 および図 34 に示した実施例の更にその実施例を説明するための断面図。

【図 43】図 42 を上部から見た平面図。

【図 44】この発明の請求項 1 で提案した集積型マイクロスイッチの実施例を説明するための平面図。

【図 45】図 33 に示したスイッチ等価回路図。

【図 46】この発明の集積型マイクロスイッチの実施例を説明するための平面図。

【図 47】この発明の集積型マイクロスイッチの実施例を説明するための断面図。

* 【図 48】この発明の更に他の変形実施例を説明するための斜視図。

【図 49】従来の技術を説明するための斜視図。

【図 50】図 49 に示した I-I 線上の断面図。

【符号の説明】

11	基板
12, 12'	絶縁層
13A, 13B	固定接点
14A, 14B	固定接点
15	支柱
16A, 16B	可動接点
17	配線
18	可動板
18A	貫通孔
18B	支持軸
19	位置保持手段
21	電極部
21A	基台
22A, 22B	下部電極
23A, 23B	端子部
24	共通電位層
25	樹脂層 (第 1 犠牲層)
26	絶縁層
28A, 28B	上部電極
29	樹脂層 (第 2 犠牲層)
30	軸受
31	台
32	アーチ
62	励磁コイル
62A	磁気コア
62B	コイル
62C	コイル電極
64	樹脂層
65	配線
66	電極

【図 2】

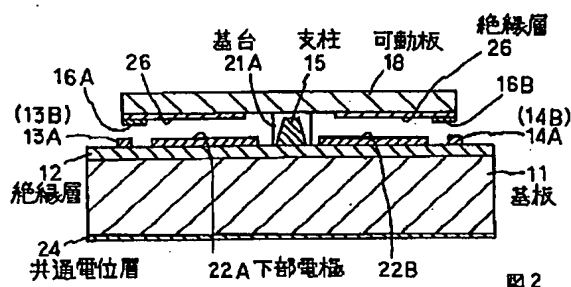


図 2

【図 3】

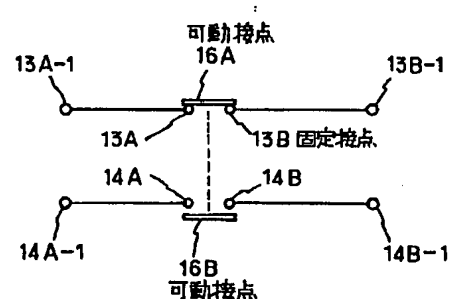


図 3

【図 1】

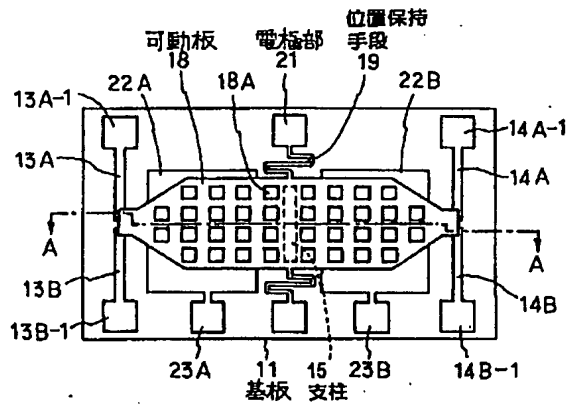


図 1

【図 6】

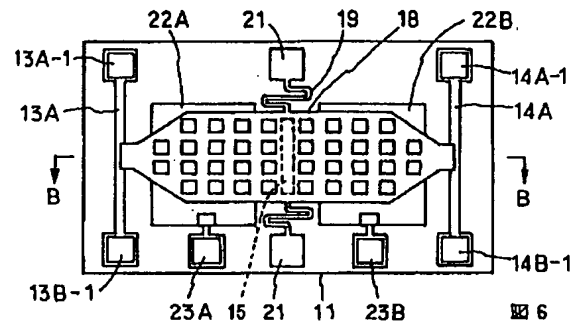


図 6

【図 4】

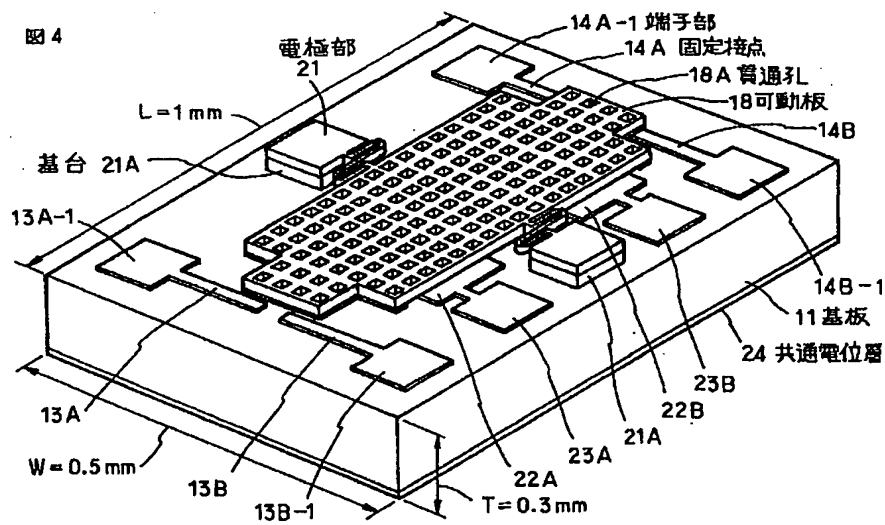


図 4

【図 7】

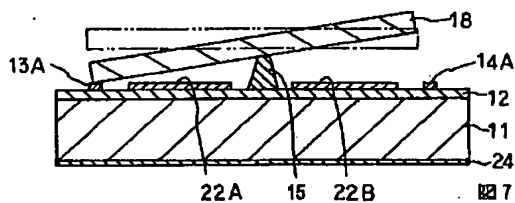


図 7

【図 8】

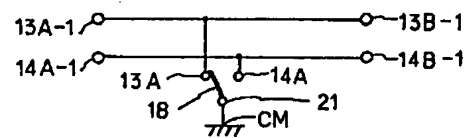


図 8

【図 5】

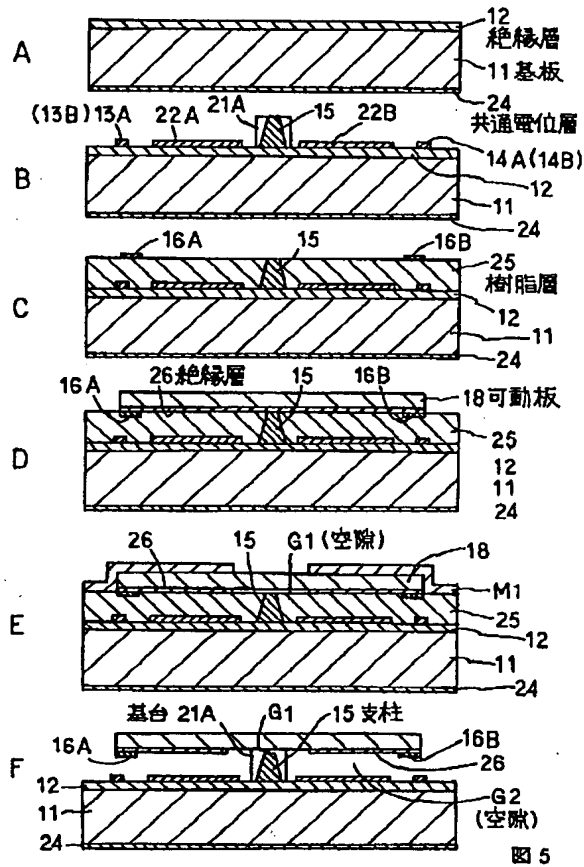


図 5

【図 10】

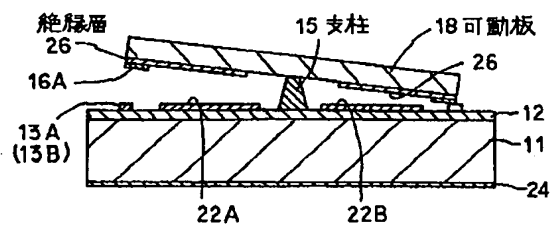


図 10

【図 13】

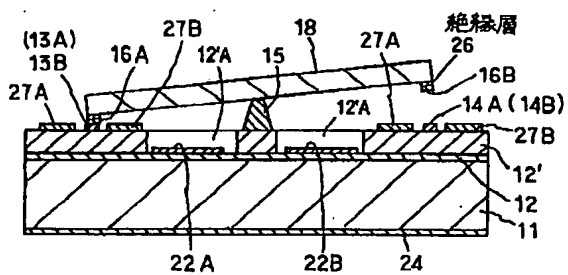


図 13

【図 9】

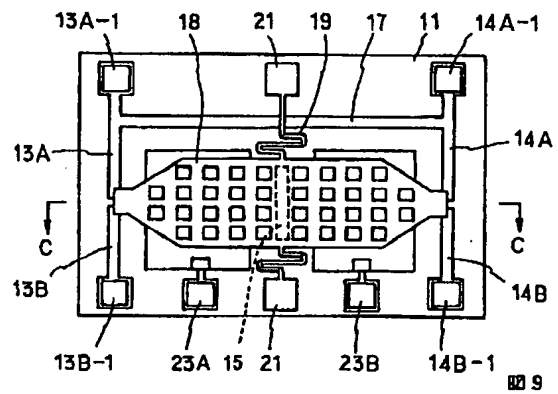


図 9

【図 11】

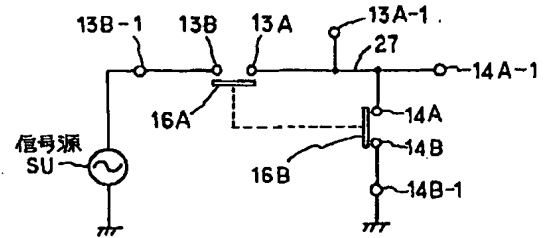


図 11

【図 12】

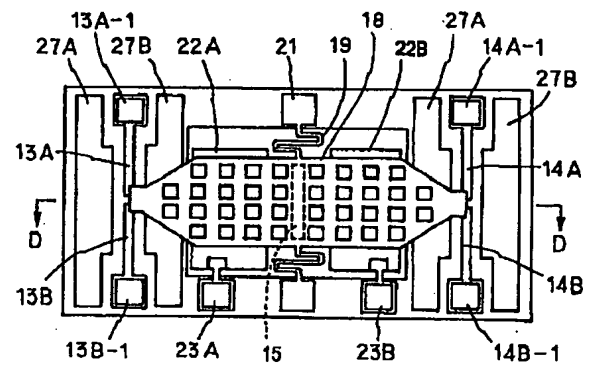


図 12

【図 18】

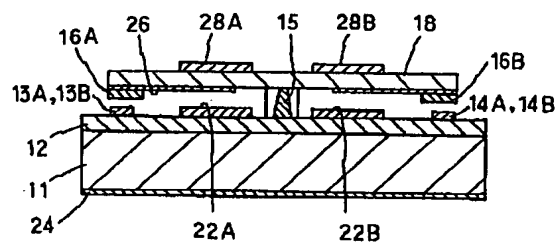
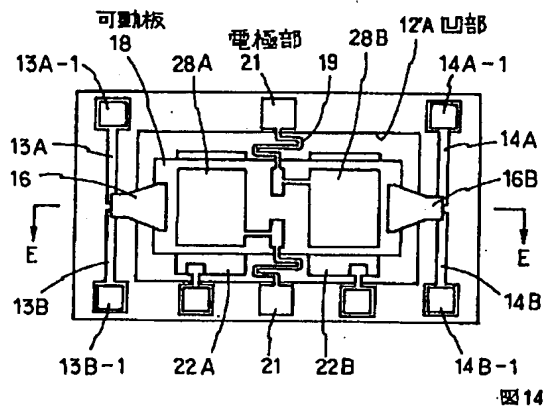
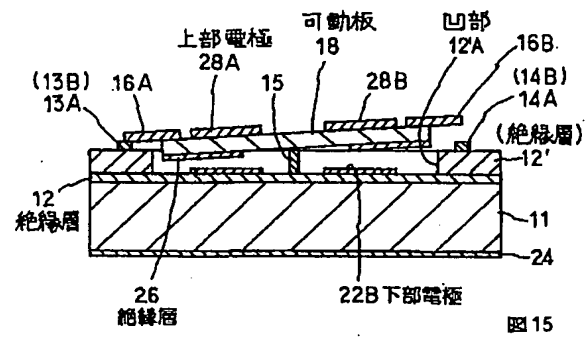


図 18

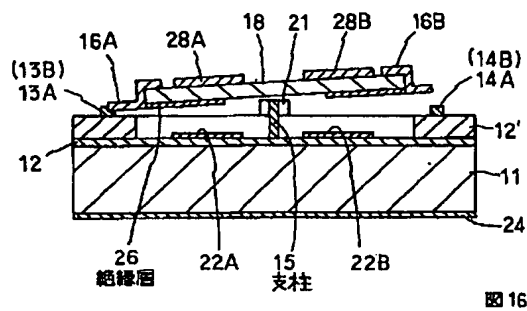
【図14】



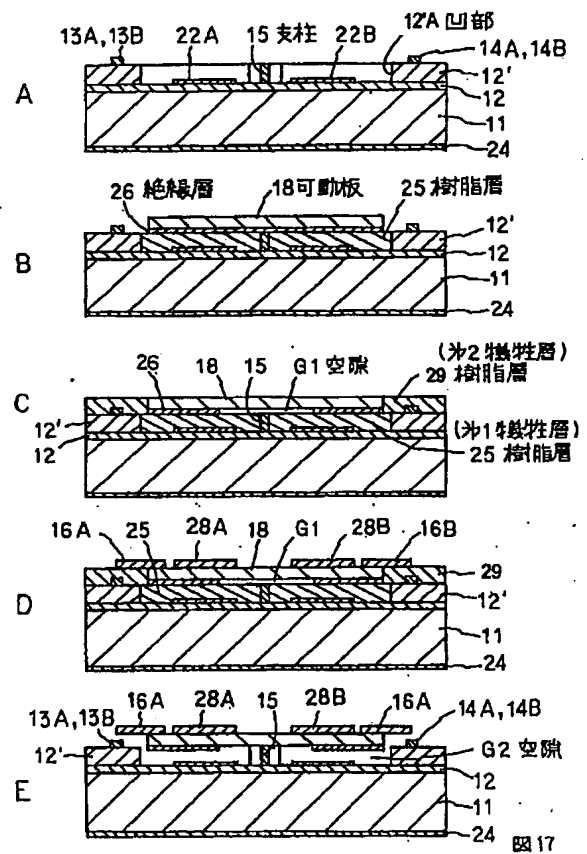
【図15】



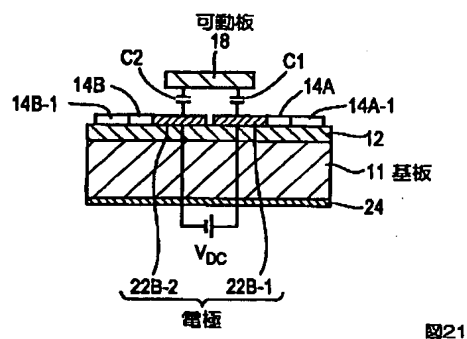
【図16】



【図17】



【図21】



【図 19】

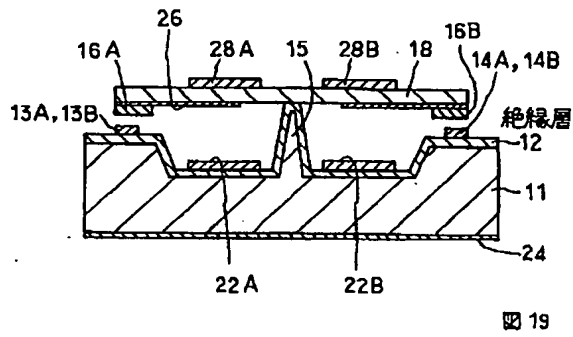


図 19

【図 20】

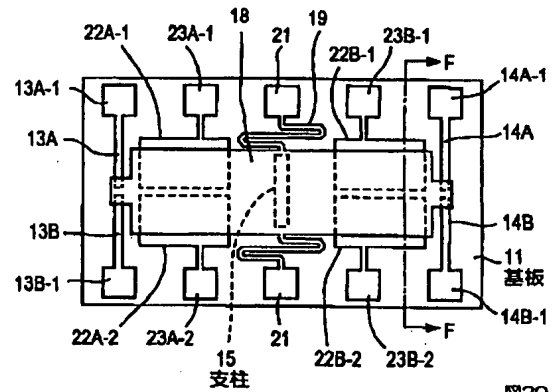


図 20

【図 22】

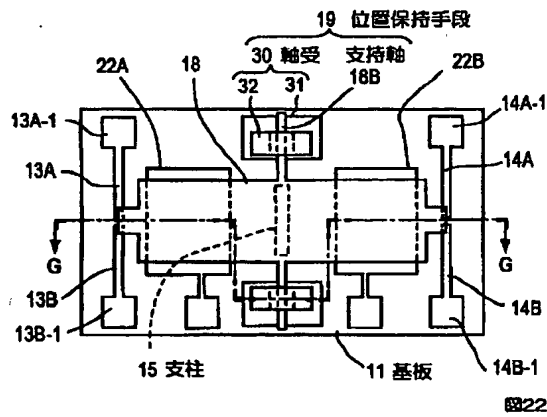


図 22

【図 23】

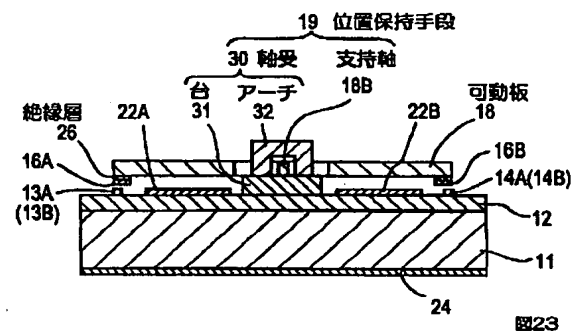


図 23

【図 24】

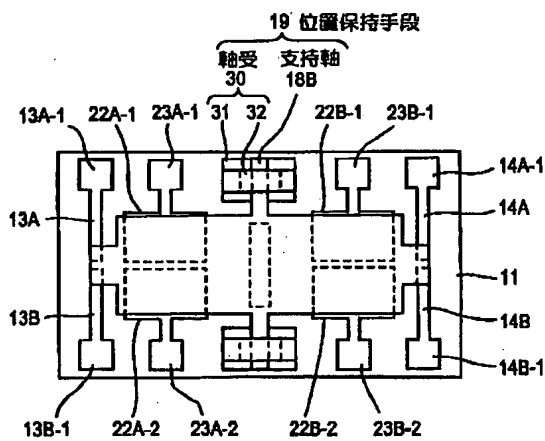


図 24

【図 28】

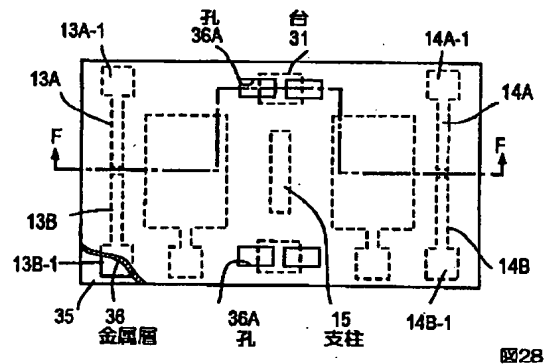


図 28

【図25】

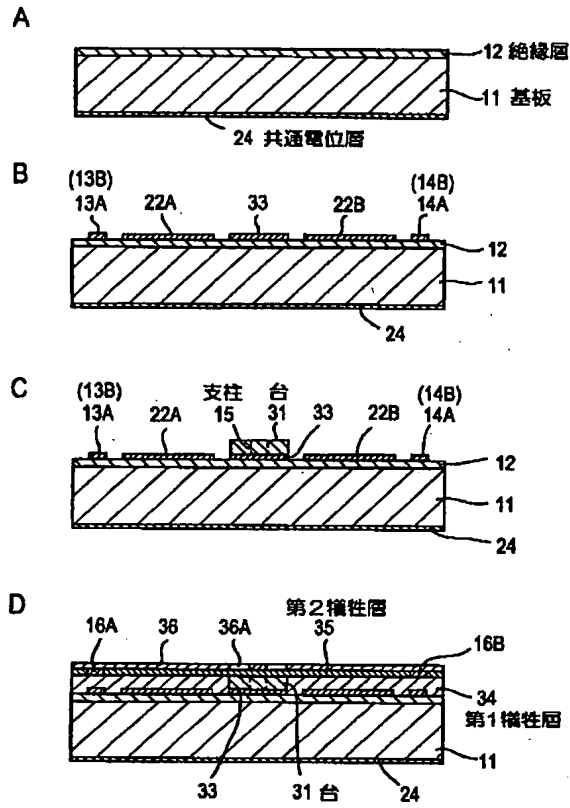


図25

【図26】

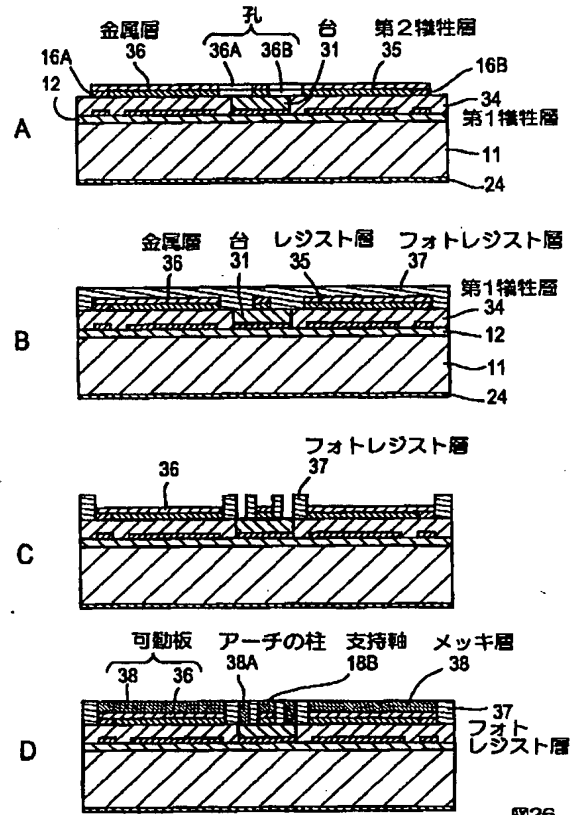


図26

【図29】

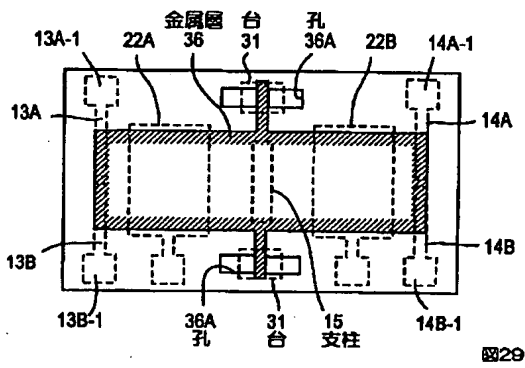


図29

【図30】

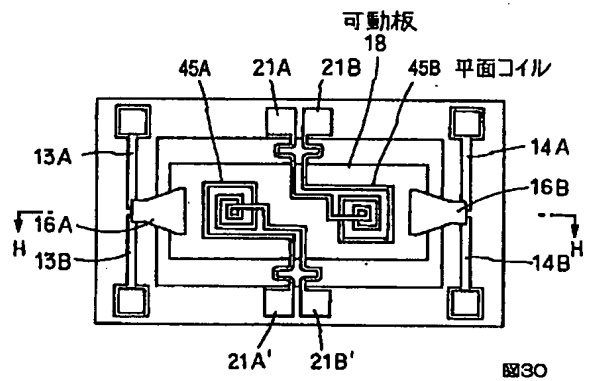


図30

【図45】

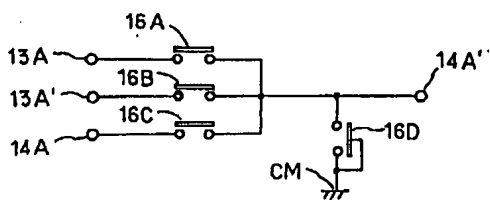


図45

【図27】

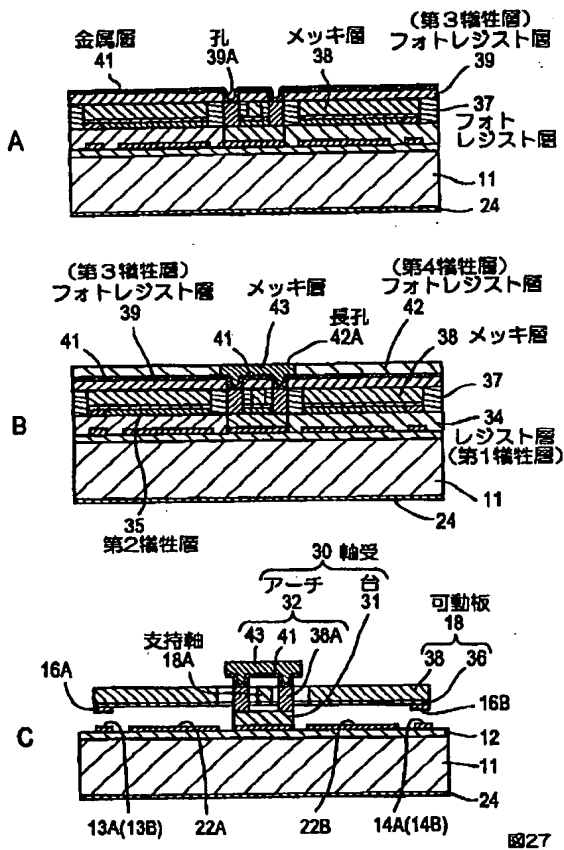


図27

【図31】

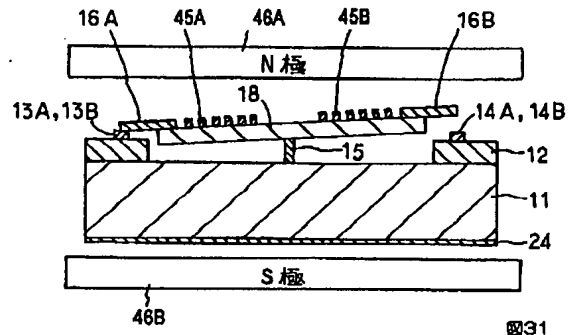


図31

【図33】

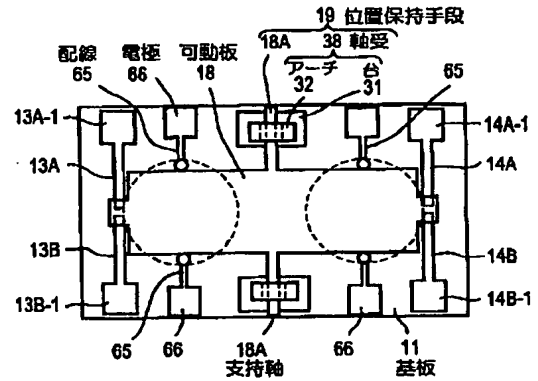


図33

【図32】

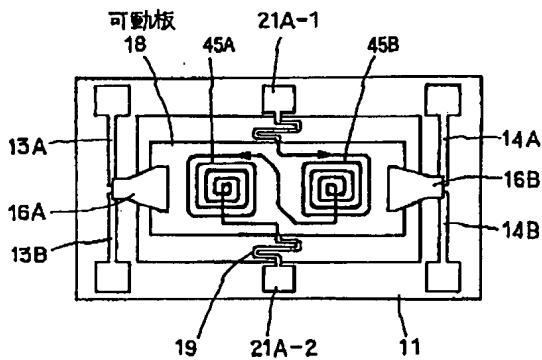


図32

【図34】

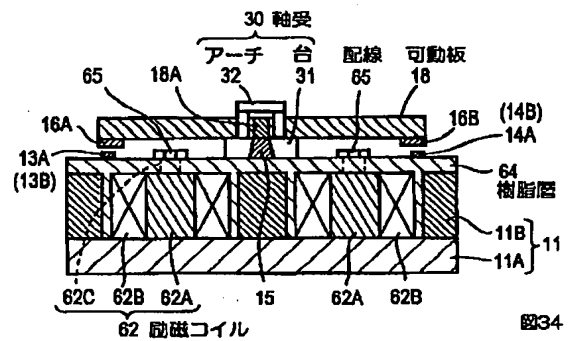


図34

【図35】

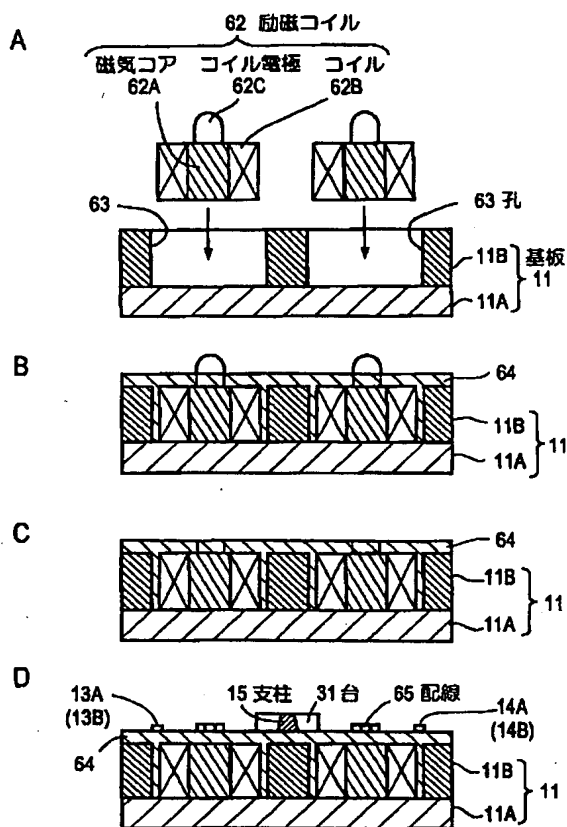


図35

【図36】

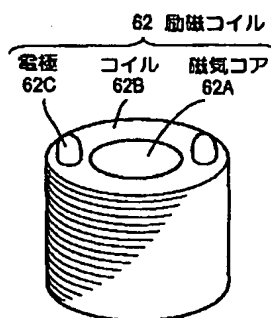


図36

【図39】

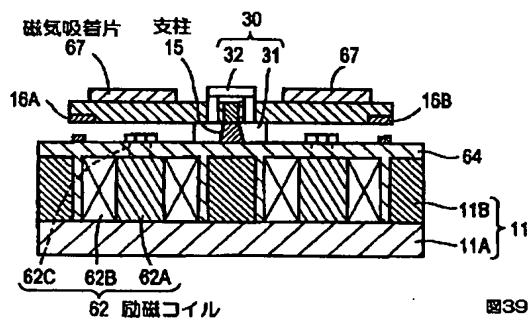


図39

【図37】

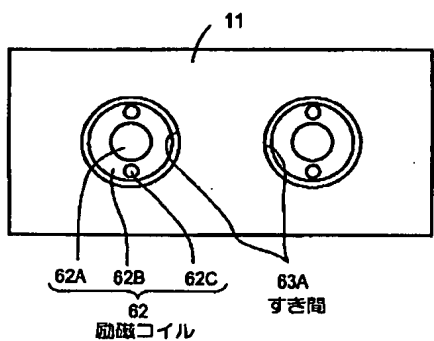


図37

【図38】

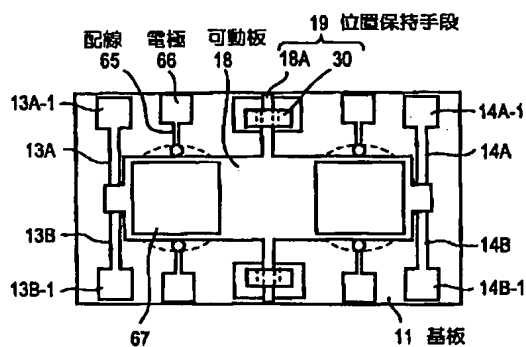


図38

【図 40】

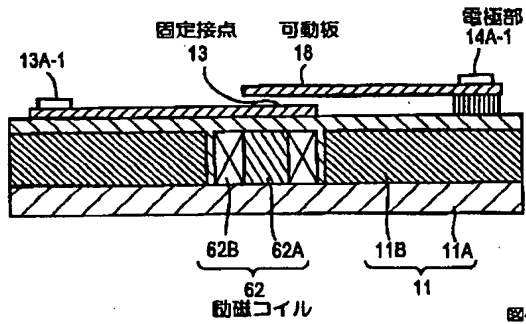


図40

【図 41】

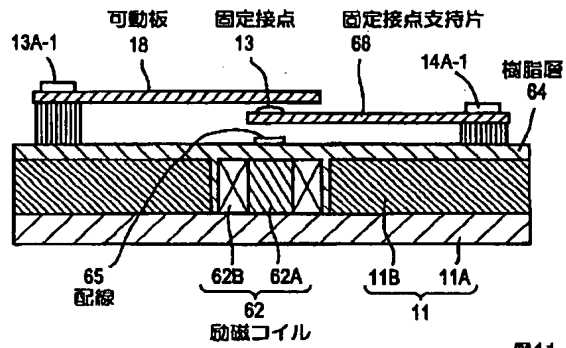


図41

【図 42】

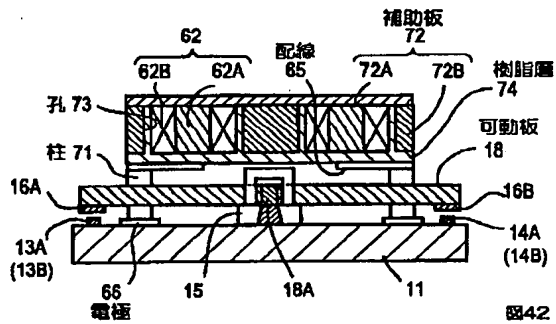


図42

【図 43】

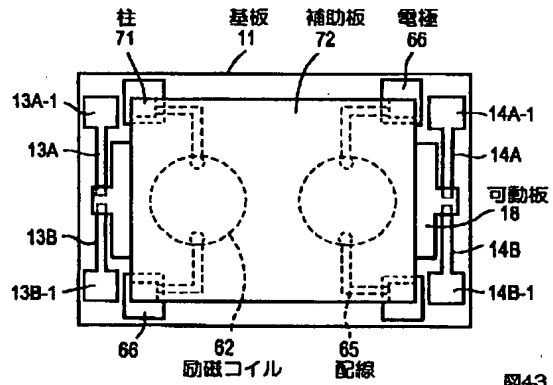


図43

【図 44】

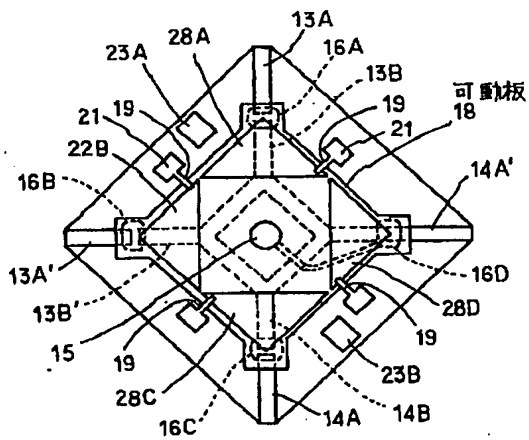


図44

【図 46】

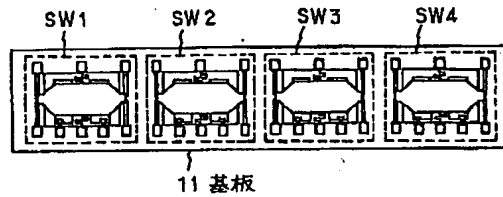


図46

【図 50】

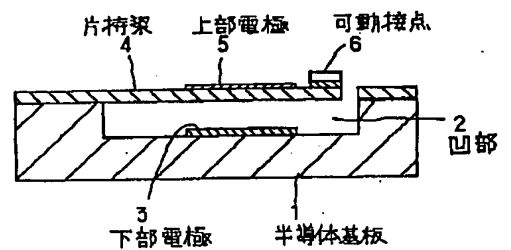


図50

【図47】

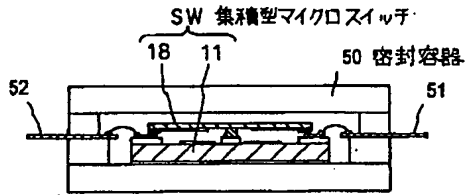
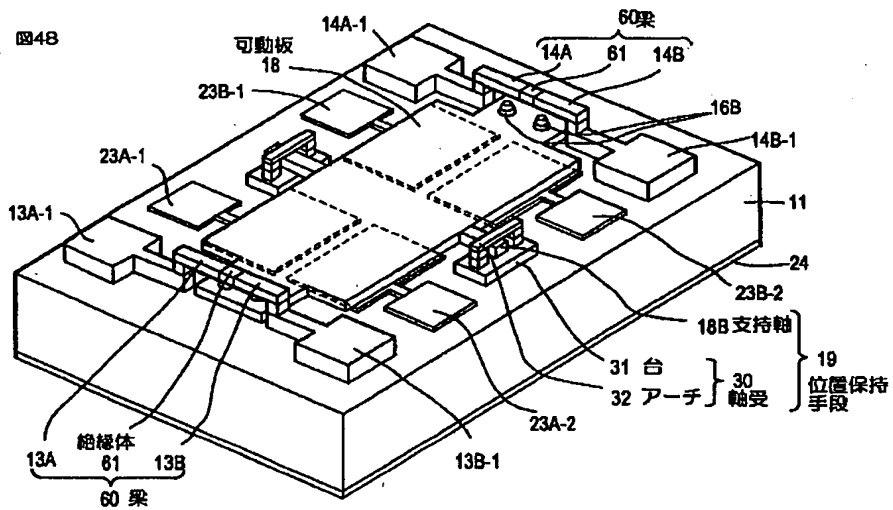


図47

【図48】



【図49】

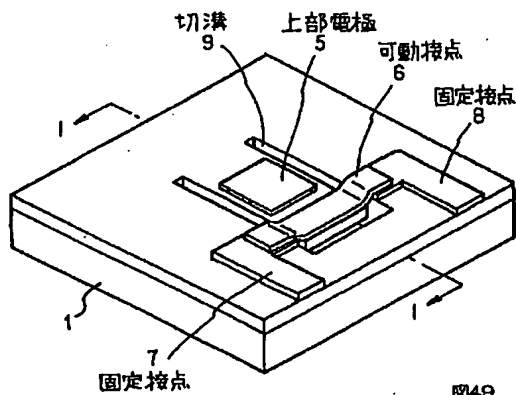


図49

フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 H	23/16	H 0 1 H 23/16	Z
	49/00	49/00	J
	50/00	50/00	Z
	51/06	51/06	S
	51/12	51/12	J

(72) 発明者 蛸島 武尚
東京都練馬区旭町 1 丁目 32 番 1 号 株式会
社アドバンテスト内

F ターム (参考) 5G023 AA01 AA11 CA25 CA29 CA30